INSTITUZIONI

DI

ARTIGLIERIA

DI

RAFFAELE NIOLA

Capitano in I.° di artiglieria, e professore nel real collegio militare.

. . . . *Venaticus ex quo*
Tempore cervinam pellem latravit in aula
Militat in sylvis catulus.
Horat. Epist. II.

NAPOLI 1823.
Nel Gabinetto Bibliografico e Tipografico
Strada S. Biagio de' Librai num. 41.

INTRODUZIONE.

Conoscendo quanto utile fosse pe'giovani aspiranti ne' Reali Corpi facoltativi l'acquistare quella dote di cognizioni, che si deve sempre premettere per la più facile intelligenza degli autori classici sulle materie loro bisognevoli; mi son determinato a compilare un corso di Artiglieria conducente a ben fissare le basi del mestiere, con ispecialità nella parte operativa di esso. L'utile quindi, anziché il sublime specioso, e sterile sovente, mi ha servito di norma nella scelta delle materie a discutere, essendo ormai abbastanza sperimentato quanto sieno disadatte le astratte analisi ad offrire de' risultamenti giovevoli. Pare, che dopo i prodotti meschini degli astrusi calcoli di Eulero, si avesse dovuto deporre il pensiero di agitare con tali mezzi le quistioni di artiglieria, e si avesse dovuto ricorrere esclusivamente a' diligenti saggi: ma ognuno, nella lusinga di scoprire i quesiti con matematica evidenza, non ne tralascia il tentativo nelle occorrenze. Se la matematica conduce al perfezionamento dell' ottica, e dell'astronomia, non si presta con eguale precisione per quello delle altre scienze *fisico-meccaniche*; giacchè, in quanto alle prime, i cardini delle ricerche poco dominio esibiscono a quelle influenze variabili, che obbligano ad arbitrarie ipotesi, e guidano a conseguenze ideali; laddove, per le seconde, tutto esige un severo scrutinio di cause capricciose, le qua-

li, nel divergere da uno stabile andamento, astringono all' ontoso bisogno di emendare la teoria con la pratica, snervando la parte proficua, e con essa lo scopo delle suddette scienze. Relativamente all'artiglieria si aggiunge all' esposto, che trovasi fondata sull' estimazione di un motore regolato dalla sola bizzarrìa delle variazioni.

Ecco intanto la classificazione delle idee, senza trascorrere in ulteriori riflessioni.

Il primo sviluppo di queste instituzioni riguarda la composizione, e la fabbricazione della polvere da guerra. Se ne discuotono all' oggetto gl' ingredienti per qualità, a per rapporto; ed indi con ordine progressivo si espongono la manipolazione, ed i metodi di analisi. Si passa quindi all' indagine del fluido che si genera per la combustione della polvere, e degli effetti ch'esso produce contro delle armi da fuoco.

Gli effetti che la massa attiva cagiona sul mobile, prendono modificazione dalle bocche da fuoco; ond' è che ad essi si premette la teoria sulle armi, riguardata in quanto ai metalli, alle dimensioni più congruenti, ed al metodo di fabbricazione.

Le velocità primitive e le residue ne' globi, ed i tiri che ne dipendono formano lo scopo delle ultime discussioni. Le nozioni inasatte sulla forza, e sulla resistenza, ostano alquanto alla chiarezza delle espressioni; non si omette però di far discernere quel profitto, che da esse si possa ritrarre.

La conoscenza delle costruzioni per gli *affusti*, e per le altre macchine, si rimette soprattutto all'esercizio del

disegno; non potendo la loro disposizione di parti, e le congruenti dimensioni fluire da principii inconcussi. Dovendosi dunque su tal particolare consultare l'esperienza con preferenza, questa costringe ad essere quasi ligii ad un sistema qualunque di costruzioni, purchè fondato sulle basi di lunghi ed accurati saggi.

Una finale appendice serve di dilucidazione, e dispensa dal ricercare altrove, con positiva noja, gli sviluppi necessarii a chiaramente comprendere.

PARTE I.

Composizione e fabbricazione della polvere da guerra, ed esame de' suoi effetti.

1. La polvere da guerra è prodotta dalla miscela esatta del solfo, del carbone, e del salnitro. La sua bontà dipende dalla proporzione dei componenti, dal loro grado di raffinamento, e dalla grossezza e dalla densità dei granelli. Questo materiale, per la sua esplosione nelle armi da fuoco, sviluppa un fluido sommamente elastico, che imprime ne'projettili delle velocità, idonee a rovesciare i più solidi ostacoli a considerevoli distanze.

ARTICOLO I.

Solfo.

2. Il solfo è un fossile friabile, ed accensibile. La sua fiamma azzurra diffonde un esalazione soffogante. Si rinviene alle volte puro, ma sovente deformato da sostanze eterogenee, particolarmente da quelle metalliche, per le quali serbando una grande affinità, le mineralizza. Bisogna convenire però, che il solfo puro o nativo ha subito la giusta depurazione, rinvenendosi sempre nelle vicinanze dei volcani, o di altri luoghi dominati dagli sviluppi del calore sotterraneo. Quello d'altronde che si prepara artificialmente, o sia che si sprigiona dalle *piriti*, non possiede ad egual grado le proprietà di cui è suscettivo; dandone distinti segni, tanto per gli esterni caratteri, quanto per la minore efficacia nell'uso.

3. Le piriti vengono classificate in terrose, ed in me-

talliche. Le prime si hanno dall'aggregazione del solfo con delle terre, per lo più vetrificate: le seconde poi emergono dalla combinazione del solfo col ferro, rame, stagno, argento, e piombo. Egli è singolare il fenomeno che si manifesta tra i solfuri metallici; poichè quello di argento è duttile, nel mentre che gli altri serbano una fievole adesione di parti.

4. Le operazioni dell'arte si modellano sugli andamenti della natura, per conseguire i medesimi effetti; ma non sempre i mezzi sono di egual energia. Se il solfo nativo si ripete dalla torrefazione delle piriti, questa, artificialmente eseguita, non ha vigore bastevole a svincolare il combustibile dalle affinità elettive: anzi, coll'affluenza dell' ossigeno, fomenta la formazione dei solfati.

5. La decomposizione utile delle piriti terrose, ed il raffinamento del solfo grezzo si effettuiscono con la fusione, e col distillamento.

Per procedere alla fusione, si mettono delle piriti in caldaje di ferro, e si espongono ad un accaloramento atto a liquefare il solfo. In tale condizione, l'affinità avvicina le parti omogenee, ed espelle le altre per consenso, tra le quali, le più leggieri galleggiano, le più gravose si rammassano nel fondo, ed esse tutte si appartano, schiumando il liquido, e decantando le caldaje.

Il raffinamento per via di fusione si replica più volte, per esserne a sufficienza nota la debolezza, nell'aderire allo scopo.

6. Nella solfatara di Pozzuoli, ed in altre, la fornace addetta alla fusione delle piriti è conformata nel modo seguente.

Presenta essa un masso di fabbrica molto solido, con focolare al di sotto coperto da volta, e con ventilatoi laterali per fornire la necessaria corrente di aria alle materie in combustione. Superiormente, ed in ciascun lato della fornace vi sono dei vasi di creta in tre file, che per

mezzo d'incavi a dimensioni, presentano in parte le loro pareti esterne al contatto della fiamma. Ciascun vaso porta a qualche distanza dal fondo una luce, munita di tubo a diametro tale, da permettere il libero passaggio al solfo liquido: i tubi di due vasi contigui di un ordine qualunque comunicano con un sol vaso dell'ordine che a quello succede: e la sequela delle comunicazioni trovasi arrestata da vasche sottoposte, impiegate a raccogliere l' intiero prodotto della fusione.

Per la descritta disposizione ne deriva, che caricati i vasi superiori, e ridotto il solfo in liquido, va esso a colare successivamente negl'inferiori con gradata perdita d' impurità, tanto per la schiuma che ribocca, quanto pel sedimento, a cui la posizione della luce vieta il passaggio: ond' è che il materiale delle ultime vasche ha già sperimentato una triplice depurazione, e può recare un servizio ammissibile.

7. Il metodo trae seco l'inconveniente di occasionare un calo significante; poichè arduo riesce l'ostare alla gran quantità di materia che sublima nel periodo, in cui le pareti della fornace sono oltremodo accalorate. Per questo gli artefici esperti sono di avviso: che la fusione del solfo si operi a lenta temperatura: che non si accordi tempo a tutta la massa di sciogliersi sul fuoco; stantechè il calorico della parte liquida, investendo l'altra solida, la induce al cambiamento di stato: che si otturino le caldaje quando comincia il liquamento, per impedire la dissipazione che subito gli succede: ed in fine che, dopo la pratica diligente degli enunciati mezzi, si proceda a schiumare, ed a decantare.

8. Il distillamento poi esige l'apparecchio di una camera con le condizioni: che le pareti interne sieno inverniciate, oppure rivestite da fogli di latta ben connessi: che il pavimento, formato da due piani alquanto inclinati, determini la sua pendenza nel senso di un tubo a chia-

ve, per l'uscita del solfo liquido: e che vi sia un altr'apertura custodita da valvola di lamiera con giuoco da dentro in fuori; affinchè questa potesse cedere all'espansione dell'aria rarefatta, dei vapori, e dell'acido solforoso, che il calore genera, ed indi espelle nei primi periodi di manovra. Nell'esterno d'altronde vi necessitano una o più caldaje di ferro fuso (per ricevere il solfo grezzo e le piriti), coperte da volte, e munite di tubi comunicanti nel vano della camera.

Per l'attività della fiamma eccitandosi un forte riscaldamento, il solfo si fonde, passa allo stato fluido, sbocca nella camera, e ne altera l'atmosfera: questa poi si dilata, sforza la valvola, e si caccia al difuori. Sprigionata l'aria in tal modo, si chiude la valvola; nel mentre che il solfo sublimato, per una temperatura meno efficace, riassume la condizione dei liquidi, e si precipita in pioggia sul suolo.

Moltissima diligenza deve usarsi nell'impedire, che una nuova dose di aria rimpiazzi quella espulsa: delle omissioni sarebbero sommamente nocive. L'intervento dell'aria, mettendo del solfo in combustione, aumenterebbe la massa dell'acido solforoso; ed un tal fluido, per un vigore di elasticità, potrebbe scuotere la fabbrica, e danneggiare i travagliatori.

9. Dal bilancio de' metodi esibiti apparisce, che il prodotto della liquefazione non può rimanere esonerato da quelle sostanze impure che hanno la stessa gravità specifica del solfo: laddove, sotto il distillamento, abbandona il solfo qualunque particella eterogenea, abbenchè v'inerisca con gradi di affinità. Questa seconda operazione per altro richiede maggiore dispendio, e perizia nell'arte; perciò la scelta del metodo deve sempre corrispondere all'uso, a cui si destina il materiale raffinato.

10. In quanto ai caratteri che dichiarano la condizione del solfo, giova avvertire, che nello stato puro

questa sostanza è molto friabile, poco pesante, ed accensibile a segno, da non lasciare residuo alcuno dopo la combustione. Il tentativo più ovvio all'uopo consiste, nell'esporre al fuoco una massa di saggio, rinchiusa ermeticamente in un crogiuolo; poichè con tale apparecchio, e col favore dell' accaloramento, la sublimazione totale del solfo, che si attacca all' ordigno di copertura, esibirà prova evidente di un esatto raffinamento: al contrario bisognerà riconoscere nella massa di saggio la concorrenza di sostanze eterogenee.

ARTICOLO II.

Carbone.

11. Sottoposte delle legne all' azione della fiamma, le fibre, che ne formano il tessuto organico, abbandonano quasi tutt' i principii volatili; spogliate quindi da tali componenti, ed altèrate nella disposizione delle loro parti, ritengono il solo carbonio, combinato ad un aggregazione di terre, di potassa, e di ossidi di ferro e di manganese, distinta col nome di cenere. Questo avanzo d' incompleta combustione, detto carbone, è insipido, privo di odore, pochissimo tenace, sonoro, e fragile.

12. Tra le proprietà del carbone vi è quella, ch' esposto in vasi chiusi, e privi di aria, ad un alta temperatura non isprigiona affatto il carbonio combinato: resta esso parimente indifferente nell' ossigeno, e se ne assorbisce qualche dose ne' suoi pori, dopo l' espelle: tutte le volte però, che ad una fervenza atta a rendere il carbone rovente, si mette questo in contatto coll'ossigeno, brucia con attività e scintillazione, si decompone, e sprigiona il carbonio, che di unita al gas ossigeno, si trasforma in gas acido carbonio.

13. Conserva il carbone la qualità delle legne da cui viene estratto; che perciò riuscirà duro, restio ad accendersi, ed abbondante di ceneri, se provenga da legname compatto e di lunga età: leggiero al contrario, friabile, e proclive al bruciamento, quando sia prodotto dalla combustione di piante tenere e porose. Quest'ultimo si è sperimentato eligibile nella fabbricazione della polvere, che nelle occorrenze può ricavarsi dalla canapa, dal pioppo, dal salice, dal sanguine, dall'ontano, dal frassino, dalla nocella, dal tiglio, e generalmente poi da tutti quegli arbusti compresi nella classe de'frutici.

14. Qualunque sia però la specie del legno si rende indispensabile il ricercare: l'esecuzione del taglio nel periodo della vegetazione, affinchè i virgulti cedano le loro cortecce sopraccaricate di cenere: il possedimento di una età non maggiore di 5 in 6 anni, cominciando da tal limite ad indurirsi le fibre, ed a distruggere per la loro rigidezza quella porosità tanto idonea nell'uso: una recente fabbricazione atta ad esibire un carbone quasi esausto di umidità, di cui avidamente s'imbeve ne' luoghi di conservazione: ed in fine un mezzano e costante diametro, per l'oggetto che tutt'i rami acquistassero lo stesso grado di combustione, e non vedere altri del tutto inceneriti, prima che i più adulti avessero a sufficienza esalate le loro parti ogliose e volatili.

15. Per gli usi comuni si ricorre alle *carbonaje*, le quali non esigono costruzione alcuna; giacchè risultano dal disporre le legne in roghi paralellepipedi, o conici, e dal coprirli con delle zolle in modo, che vi rimangano degli spiracoli superiori per la libera espansione del fumo, ed un apertura inferiore convenevole per dare fuoco alla carica. Il metodo non è ammisibile nel nostro caso.

16. Le fosse ed i forni convengono per fabbricare il carbone della polvere.

Le fosse sono cilindriche, ed hanno una profondità di circa 3 1/2 piedi, sopra 4 1/2 di diametro. Si rivestono esse con mattoni, o con altri materiali, tenaci a segno, da conservare intatto l' aggregato delle loro parti sotto l' azione del calore, onde preservare il carbone dalle impurità.

Nel caricare la fossa, si fissano, ad una certa distanza dal fondo, delle legne a graticola, e su di questa si dispongono per istrati i virgulti di già preparati, elevandone la massa fino a 3 piedi sull' orlo della suddetta fossa. Con tale disposizione, nell'appiccare il fuoco al disotto, la fiamma si dilata rapidamente, la graticola si brucia e crolla, ed il combustibile si precipita nel fondo. S invigorisce la fiamma, rimovendo il materiale con uncini di ferro; ma non si deve omettere di apprestare nuovo alimento alla sua forza divoratrice, tanto per riempire la fossa, quanto per ovviare al risolvimento in cenere di una parte della carica.

Nel pervenire la combustione al giusto limite, si copre la fossa con tappeto di lana; ed a questo, mentre alcuni artefici armati di pale vi gettano superiormente delle terre, altri, senza recare impedimento ai primi, la calpestano con destrezza, ed in guisa da non lasciare adito tra il carbone e la copertura. Dopo 3 in 4 giorni di raffreddamento si procede alla scelta, con la quale si separano dal carbone; le terre, per essere incombustibili; i fumajoli, per essere i fomiti de' sinistri eventi nella miscela; ed i frammenti, per essere disposti ad inumidirsi, ed a risolversi.

17. I forni corrispondono quasi in costruzione a quelli prescelti a soddisfare i privati bisogni. Il vano in ciascuno di essi può considerarsi come un mezzo *ellissoide*, di cui l' asse maggiore sia 10 piedi circa, e 7 1/2 l' asse minore. Ciascun forno contiene 2 aperture in sen-

so opposto, una più grande per introdurre le legne, ed un altra per l' estrazione del carbone.

La manodopera consiste; nel caricare il forno senza regolare disposizione, e per una delle aperture appiccarvi il fuoco: quando questo sia in piena lena, nell' otturare l' orificio corrispondente al sito in cui il calore avrà più sviluppo, e per l' altro permettere che il fumo espandesse i suoi globi: nel promovere la propagazione ignea, agitando di continuo con forchiglie le fascine sottoposte alla combustione: nel chiudere la seconda apertura, allorchè si osservi la fiamma esausta di alimento, ed inerente a ciascun pezzo in ristretto volume: e finalmente, dopo 1/4 di ora. nel raccogliere il carbone dentro stufe di lamiera, ed ivi accordargli tutto il tempo per estinguersi e raffreddarsi.

18. Comparando gli esposti metodi di fabbricazione ha dimostrato l' esperienza, che le produzioni delle fosse sono preferibili; attesocchè ne' forni il denso fumo, pregno di sostanze ogliose, venendo inceppato dalla volta, anzicchè dissipare le suddette sostanze, le riconcentra sul combustibile che le sprigiona; laonde, col ribasso di temperatura, esse ricadono, e formano una crosta lucida, nociva alla bontà de' prodotti. Il carbone delle fosse però non va del tutto esente da imperfezioni: le terre di copertura, gli abbondanti fumajoli, e l' umidità, ch' esso attira nel raffreddamento, gli fanno acquistare de' considerevoli difetti.

19. L' amministrazione generale delle polveri in Francia ha introdotto ne' metodi esibiti delle modificazioni, per vantaggiare la condizione del carbone, tanto efficace negli effetti di esplosione.

In quanto ai forni ha prescritto l' uso di una ciminiera al centro della volta, idonea ad espellere il fumo ne' primi periodi della combustione, ed interrottamente nel proseguimento di essa: concorrendo all' oggetto

un regolatojo di lamiera, da maneggiarlo a volontà, e secondo il bisogno, o per aprire, o per togliere ogni comunicazione coll' aria esterna.

Circa le fosse poi, la suddetta amministrazione ha sancito il vano cilindrico, come conducente per un servizio durevole, e sul rimanente ha disposto; di formare la graticola con barre di ferro, acciò, risultando stabile nel decorso dell' operazione, togliesse un incentivo d' irregolarità: di sostituire un turacciolo di lamiera alla copertura ordinaria di terre: e di operare nelle caldaje di rame, di ferro fuso, o di lamiera, onde preservare il carbone dall' umidità, ch' esso attira con vigore dalle pareti delle fosse.

20. Anche per via del distillamento si estrae il carbone dalle legne; ed in effetti i virgulti spezzati in frammenti, rinchiusi nelle storte, ed esposti al fuoco, devono abbandonare i principii volatili e cambiare di aspetto, senza mescolarsi ad altre sostanze, nè perdere di carbonio, inalterabile al semplice accaloramento §. 12). Secondo le costanti sperienze il carbone perfetto aumenta molto la forza della polvere; e da ciò principalmente dipende la superiorità della inglese, in dove tutto il carbone si fabbrica per distillamento, ad onta che ne sieno i prodotti lenti e dispendiosi.

21. Con soli caratteri esterni si ravvisa la buona qualità del carbone. Presenta esso de' bastoni lunghi e sonori: le sezioni poi levigate, opache, e distinte in guisa, da rintracciarvi il tessuto fibroso del legno da cui proviene.

ARTICOLO III.

Salnitro.

22. Dalla combinazione dell' acido nitrico coll' alcali fisso vegetale risulta il salnitro per le polveriere. Il rapporto de' componenti, secondo Berthollet, di 4,262: 5.138 dell' acido alla base, si reputa preciso più di qualunque altro, perchè stabilito dopo che con mezzi possenti si sono infranti i vincoli di combinazione tra l'acqua, e la potassa.

23. La natura esibisce delle feconde miniere di salnitro, ma non ha distribuito egualmente questa sua produzione. La deficienza di essa in alcune contrade ha indotto a ripetere dall'arte delle norme, per conseguire con industria quel tanto, che non si sperava di ottenere con le semplici ricerche.

24. Alla maggiore intelligenza di quanto ha rapporto con la fabbricazione del salnitro artificiale conduce il premettere alcune nozioni.

Il salnitro naturale sotto i mezzi di analisi sviluppa ossigeno, azoto, potassa, ed acqua. Le ovvie sperienze d' altronde dichiarano: che nella macerazione delle sostanze animali, e di alcuni vegetali, han luogo delle ubertose esalazioni di azoto: che quest' azoto, nell'assumere lo stato libero, assorbisce l' ossigeno dell' atmosfera: che la presenza della terra calcarea ne determina la combinazione: che una dose di acqua ne attiva il successo: e che le terre, e la potassa de' vegetali fissano le parti volatili, e ne impediscono la dispersione. Dall' accordo delle mentovate osservazioni si deduce il bisogno di mettere in contatto la terra calcarea, i frammenti delle masse organizzate, l' acqua, e l' aria, e di

attendere dalla loro reciproca influenza il salnitro artificiale.

25. Esaminiamo con diligenza ulteriore la parte che vi prende ciascuna delle indicate sostanze.

L' aria somministra l' ossigeno, ed ove questa manchi, non potrà sperarsi buon successo da quell' ossigeno che contengono i materiali in macerazione.

La terra calcarea, per un esercizio di affinità sull' acido nitrico, decide la combinazione dell' azoto, e dell' ossigeno: al contrario, l' azoto libero sceglierebbe l' idrogeno, formando l'ammoniaca, la quale attaccandosi al gas acido carbonio, darebbe in ultimo il suo carbonato.

Gli avanzi de' corpi organizzati forniscono l' azoto in larga copia. Non di rado però si osservano delle rocce alpestri, lontanissime dalle abitazioni degli animali, ed anche delle torri isolate, nitrose nell' esterno. Il fenomeno fa giudicare rettamente, che la materia calcarea, agendo sopra i componenti dell'aria, ne altera il rapporto, perviene alla formazione dell' acido nitrico, e presenta ad esso la base da inerire. Non sono per altro le mentovate produzioni, che l' opera di lunghi anni, e da non attenderne veruna risorsa.

L' influenza dell' acqua non tende a trasformare in acido l' azoto; mentre sarebbe superfluo l' intervento dell' aria, e le masse dovrebbero anche nell'interno racchiudere il salnitro: ciò ch' è smentito dal fatto. Se un grado di umidità feconda i prodotti nelle *nitriere*, ciò accade, perchè favorisce tanto l' accoppiamento de' principii nell' acido, quanto l' altro dell' acido alle terre.

Anche una temperatura mezzana dev' essere compresa nel numero delle condizioni. Egli è incontrastabile che un calore alquanto sensibile accelera gli sviluppi

delle sostanze *gassose*, ne aumenta la massa, e rende quindi fertili le efflorescenze saline. Nelle calde regioni con mezzi più semplici, ed in minor tempo si fabbrica il salnitro.

26. I lavoratori, nel procedere alla scelta, prendono: tra i vegetali quelli arrollati nella classe *crocifera*, perchè contengono dell'azoto: tra le pietre calcaree le più porose e logore, poichè offrono maggiore accesso all'aria, e rimangono più facilmente penetrate dai vapori, e dai liquori: tra le acque in fine, quelle che serbano qualche principio di salnitro, come le liscive, e le urine. In mancanza di questi liquori, si stempera nell'acqua una piccola dose di salmarino; giacchè in tal modo si promove la fermentazione, e si evita l'innaffiamento frequente, senza ledere la qualità de'prodotti.

27. I materiali da macerare si rammassano, o in muraglie, o in pile, o sotto delle tettoje confusamente, come prescrive la pratica ordinaria. Qualunque sia il loro assettamento: vi si mescola della paglia per aumentare i meati di circolazione: si soppestano le pietre per moltiplicare i contatti tra le loro molecole e quelle de' corpi organizzati: e la massa tutta si espone ad un'attiva ventilazione.

28. Allorchè le terre sono nitrose a segno da fornire il prodotto del 3 per 100 circa, si stimano mature, e da esse si estrae una densa lisciva (*Nota* 1. *par.* 1). Gli artefici esperti ne decidono col semplice gustamento; il metodo però non merita sanzione nei ben regolati stabilimenti.

La giusta valutazione del rapporto tra il sale e le terre richiede un saggio, che appresti degl'indizii meno fallaci. All'oggetto si prepara un telaro formato da 4 travicelli connessi (due de' quali più lunghi, per avere il comodo di prenderlo e di trasportarlo), e vi

si distende sopra un pezzo di tela ben inchiodato, coperto con foglio di carta sugante. Il telaro così condizionato, detto *filtro*, si colloca su di un vaso, onde raccogliere il liquore, che deve attraversare i pori della carta. Si prende quindi della terra nitrosa opportuna all'esperimento, e dopo di averne esplorato il peso, si mette in una caldaja con una dose di acqua di doppio peso. La caldaia si passa al fuoco, e vi si lascia fino a che il liquore palesi l' ebollimento, per versarlo indi sul filtro. I pori ristretti del filtro permettono lentamente la penetrazione dell' acqua, pregna delle sole sostanze solubili; laonde ne rimangono escluse le terre, le quali, ritenendo sempre una parte della lisciva, si assoggettano ad ulteriori versamenti di acqua pura.

I sali che si stemperano sono a base terrosa, e perciò deliquescenti. Il bisogno di renderli atti a *cristallizzare* obbliga a preparare una seconda lisciva, sciogliendo della potassa nell' acqua di peso doppio, ed a procedere alla *saturazione* della prima. Con tale manovra, le terre cedono alla più stretta affinità dell' alcali per gli acidi, ed intorbidando le acque, precipitano: il fenomeno continua per tutto il periodo della decomposizione. Le acque così decomposte si ripassano pel filtro, per appartarne le terre: ed esse, evaporate a siccità, danno un sale misto da nitrato, e da muriato di potassa; il cui peso indagato, e riferito a quello della massa di saggio, fa scorgere il rapporto della parte solubile all' altra insolubile.

S' innoltra il tentativo fino a distinguere il nitrato dal sale muriatico. Si ottiene l' intento, se saturata una dose di acqua con salnitro puro, s' impieghi essa a lavare il sale grezzo ottenuto; mentre l' acqua imbevuta di un sale si rifiuta alla costante temperatura di fonderne ulteriormente, ed è efficace come la pura ad attaccare

qualunque altra sostanza solubile. Così operando, il salnitro rimarrà intatto, ed il sale muriatico si dovrà risolvere. In conseguenza di ciò, il residuo ben disseccato, e comparato al prodotto grezzo, abiliterà a decidere sulla quantità de' sali estranei che contengono i materiali nitrosi, e che con mezzi validi devono segregarsi nelle officine de' raffinatori.

29. Ravvisata la condizione de' materiali fermentati, ed essendo essa soddisfacente, si procederà alla lisciviazione; con la quale si profitta della proprietà che ha l'acqua di assorbire i sali, senza esercitare dominio sulle terre.

Per liscivare speditamente, si dispongono su di un *cantiere* due casse (ciascuna della capienza di 20 piedi cubici), ed al disotto, in corrispondenza, si mettono de' convenevoli recipienti. Riempite le casse di terre nitrose, in una di esse vi si versa dell'acqua in copia tale, che dopo di aver penetrato tutta la massa a liscivare, l'oltrapassi per 4 pollici circa. Si lascia soggiornare il liquido sulle terre per 9 in 10 ore; qual tempo elasso, si apre la luce nel fondo della cassa (riparata sempre da densi strati di paglia), e si fa la lisciva colare nella vasca sottoposta.

Dell'acqua impiegata se ne raccoglie la metà in circa, detta *forte*, perchè sopraccaricata di sali: l'altra metà rimane inerente alle terre, e per isprigionarla fa d'uopo replicare le *filtrazioni*, i cui deboli prodotti inducono a chiamare queste seconde acque *piccole* o di *laveria*. Si saggia quindi l'acqua forte coll' *aerometro* (*Nota* 2. *par.* 1.), e segnando essa 10.° si reputa idonea per la cotta; altrimenti, mescolata a tutt'i liquori di laveria, anche a quelli che l'aerometro, distingue con 1/2 grado, si scarica sulle nuove terre della seconda cassa, per renderla più densa di sali, e più feconda nell'evaporazione.

30. Il medio risultamento di numerose analisi ha manifestato, che de' sali stemperati nell' acqua di laveria sieno le parti distribuite come segue, cioè, 0,1 di nitrato di potassa, 0,666 di nitrati terrosi, e 0,234 di muriati di soda di calce e di magnesia. Conviene in tutt' i conti, che i sali muriatici si espellano, e che i nitrati si decompongano con la potassa. Per la difficoltà di fissare la giusta dose dell' alcali da impiegare all'uopo, giova di attenersi al meno, onde non dare alimento alcuno ai sali muriatici; giacchè questi si renderebbero anch' essi atti a cristallizzare coll' abbandono delle terre, e non si potrebbero segregare sotto il raffinamento, a detrimento della qualità de'prodotti. Si può determinare la dose della potassa, richiamando il rapporto di Berthollet di 5,138:10 tra la base esausta di acqua ed il salnitro (§. 22.), o pure di 5:10, accordandogli un ribasso nel presente caso: con tale appoggio, dopo di avere coll' areometro riconosciuto il sale esistente nell' acqua di laveria, la parte del peso 0, 666 è di nitrati terrosi, e la dose di potassa 0, 333 deve prestarsi vantaggiosamente.

31 La chiara intelligenza di quello che segue esige il premettere: 1. che il nitrato di potassa ha bisogno per lo scioglimento a freddo di un peso di acqua quadruplo del suo: 2. che una sola parte di acqua bollente fonde 5 parti di salnitro: 3. che l' azione dell' acqua sul salmarino è costante a qualunque temperatura: 4. che l' acqua nello stemperare il salmarino ne scioglie sino a 0,38 del suo peso. Quest' ultimo dato serve anche per valutare il salmarino che contiene la lisciva, ed abilita i lavoratori ad acquistare una distinta conoscenza del liquido che devono maneggiare (*Nota* 3. *par.* 1.)

32 Decomposta la lisciva con la potassa nel modo

sviluppato (§. 30.), si versa nelle caldaje di evaporamento, e si espone al fuoco.

Nel cominciare l'esalazione de' vapori apparisce immantinente una schiuma bianca (che si separa con accuratezza), causata dalla glutine de' vegetali ; ed in seguito i carbonati di calce, e di magnesia precipitano, intorbidando il liquore. I carbonati, disciolti per un eccesso di acido carbonio, abbandonano la lisciva, in proporzione che l'acido volatilizza ; ed essendo la loro presenza dannevole alle pareti della caldaja, si sospende nel mezzo di questa un bacino pensile, affidato al giuoco di una corrucola per ritirarlo di tempo in tempo. Investiti i carbonati suddetti da un moto vorticoso per la fervenza del liquore vanno dalla circonferenza al centro, ed al consolidarsi piombano nel piccolo recipiente, da dove si estraggono successivamente.

Riconcentrata alquanto la lisciva, principia a cristallizzare il salmarino, solubile egualmente a freddo, ed a caldo. All'apparizione di un tal fenomeno, si toglie il recipiente sospeso pe' carbonati. Il salmarino precipita allorchè la lisciva è ridotta al triplo circa del suo peso ; ed essendo essa al grado di ebollimento può sostenere in bagno una massa di salnitro circa 15 volte maggiore dell'altra di salmarino (§. 31).

Col proseguimento di una lenta evaporazione si addensa vieppiù il liquore in modo, che prendendone su di una spatola, si consolida sotto il raffreddamento. A questo periodo si leva la caldaja dal fuoco, e si lascia qualche tempo in riposo, acciò l'acqua potesse abbandonare il salmarino analogamente alla sua condizione.

33. La lisciva esonerata in massima parte dal muriato di soda si deposita ne' *cristollizzatoi*, in dove, col ribasso della temperatura, il salnitro cristallizza abbondantemente, attaccandosi alle pareti dei bacini. Le ac-

que residue poi si versano sulle terre a liscivare ; e rimanendo esse , per una serie di operazioni , sopraccaricate di muriati terrosi , si vendono ai distillatori di acqua forte.

34. Con la pratica diligente delle operazioni accennate si ottiene un salnitro grezzo , detto di *prima cotta*. Conserva esso : del salmarino dimostrato dal sapore e dalla crepitazione sul fuoco : dei nitrati e dei muriati terrosi , disvelati dal colore gialliccio , dal tatto untuoso , e dalla deliquescenza : e delle terre calcaree e magnesiache , inalterabili sotto il liquamento del sale nella competente quantità di acqua. Con tali caratteri non è ammissibile in verun conto il salnitro nella fabbricazione della polvere , a causa che i nitrati ed i muriati terrosi la renderebbero deliquescente ; e più di ogni altro , perchè i suddetti sali , accoppiati alle terre e ad altre eterogenee sostanze , ne ribasserebbero considerevolmente l' attività. Riesce indispensabile dunque il procedere alla depurazione.

35. I varii metodi di raffinamento sono tutti fondati sulla differente solubilità a caldo tra il salnitro ed il salmarino (§. 31) , principali componenti del salnitro grezzo (§.34). Tra essi interessa conoscere quello in pani , e l' altro in polvere o piccoli aghi , adottato in molti stabilimenti, come di sperimentata superiorità.

36. Per la manovra in pani , si mette al fuoco una caldaja , caricata con 2000 libbre di sale grezzo, e 1600 libbre di acqua. Sotto l' ebollimento la schiuma si solleva con rapidità ; e nel mentre che si estrae, se ne fomenta la continuazione , gettando nella caldaja della *colla forte* stemperata nell' acqua bollente , ed anche dell' acqua fredda : il tutto in parecchie riprese. Nel desistere la schiuma si toglie quella dose di salmarino che cristallizza alla superficie , e dopo si trasporta con del-

le vasche a mano il liquore ne' cristallizzatoi, senza recare disturbo alle terre precipitate.

Si lasciano raffreddare le acque per 4 in 5 giorni: nel qual tempo, il salnitro in cristalli va ad inerire alle pareti de' bacini, gli strati cristallizzati si accumulano successivamente, ed acquistando tra loro una forte aderenza, si conformano in pani concavi. Nel vano di questi pani si racchiudono de' copiosi cristalli in aghi, e le *acque madri* galleggianti. Il bianco de' cristalli, ed il colore più naturale delle acque madri annunziano un miglioramento ne' prodotti.

Divise le acque, e fatti gocciolare i pani, non sono questi più deliquescenti, per avere di già abbandonato i sali terrosi, e con essi benanche le terre: vi rimane però del salmarino, e la circostanza obbliga a far loro subire una seconda depurazione, o sia una terza cotta.

Si carica quindi la caldaja col salnitro di seconda cotta, e con 1/4 del suo peso di acqua. Sotto la fervenza, stemperandosi il sale, non si tralascia di promovere la schiuma con i mezzi consueti, per versare indi il liquore ne' cristallizzatoi. Nel raffreddamento, i cristalli appariscono molto più limpidi (i quali prendono la solita disposizione in pani), le acque madri dimostransi meno colorate, ed il tutto esterna miglioramento di qualità. Il salnitro di terza cotta possiede le necessarie condizioni per un servizio utilissimo.

37. La teoria del raffinamento descritto è semplice nel suo sviluppo: le terre, essendo insolubili, si esimono dall' azione dell' acqua, anche al grado di fervenza; laonde o si ravvolgono nella schiuma, o nella massa che precipita: il muriato di soda molto meno solubile a caldo, che il nitrato di potassa (§. 31), in parte si mescola con le terre, e la parte stemperata, essendo cristallizzabile anche nell' ebollimento (§. 31),

si separa con la schiuma: i nitrati ed i muriati terrosi poi, sempre deliquescenti, rimangono assorbiti dal liquore che galleggia su de' pani, e si espellono con esso.

38. Abbenchè il metodo di raffinare in pani sia conducente per gli effetti, pure il tempo da prodigare, nel diseccarne i solidi prodotti, ha indotto i chimici ad un altro procedimento più spedito nelle sue conseguenze, ed esatto egualmente. Esso consiste nel raffinare in aghi.

Per un tale scopo, la carica ordinaria della caldaja si esegue con 1200 libbre di acqua pura, e con 2400 libbre di salnitro grezzo. Questo poi si aumenta fino a 6000 libbre gradatamente; a motivo che 1200 libbre di acqua, ben accalorata, sono alla precisa sufficienza per fondere l'enunciata dose di sale (§. 31). Sotto l'azione del calore, si prende cura di estrarre le schiume a misura che il liquore le presenta, e di ritirare dal fondo della caldaja il muriato di soda non disciolto. Al cessare di qualunque fenomeno si getta nella caldaja una dissoluzione di *colla di fiandra*, regolandone le dosi per intervalli, tramezzati da versamenti di acqua fredda, per segregare le sostanze estranee con i mezzi cogniti finora.

Conformemente al prescritto nel metodo antecedente, si scarica con delle vasche a mano il liquore ne' cristallizzatoi, senza tenere conto di quella porzione che copre il sedimento. Subitocchè de' cristalli esili appariscono, si tirano con rastelli verso gli orli de' bacini, disposti a piani inclinati; e quando essi han gocciolato si raccolgono con ischiumatoi.

Il sale in aghi fornito da cristallizzatoi si mette in alcune casse di legno, destinandolo alla laveria. Tende la laveria ad isprigionare dagli aghi suddetti l'acqua madre che han potuto ritenere, ed un residuo di salmarino. L'operazione è fondata sulla proprietà che ha

l'acqua fredda di stemperare con preferenza il salmarino, ed assorbire le sostanze coloranti (§ 31). L'acqua da impiegarvi dipende dalla condizione del sale, abbenchè la valutazione ordinaria sia del 25 per 100.

Ripartita l'acqua in 3 dosi, la prima che deve operare si satura di salnitro puro: espediente, che nel vietarne ulteriore liquamento, non impedisce quello de' sali, deliquescenti, e marino. Questo primo liquore si sopraccarica di sostanze impure, deve perciò appartarsi, ed essere corretto regolarmente: il prodotto poi della terza laveria, ed anche l'ultima porzione della seconda, contenendo del salnitro in maggior copia, possono riserbarsi per le successive manovre.

Il salnitro è ben lavato, quando il liquore che gocciola, saggiato all'aerometro, vi distingue il grado di saturazione analogo alla temperatura. Egli è evidente allora, ch' espulsi i sali estranei, l'acqua fonde il solo salnitro (*Nota* 4. *par.* 1.).

Il materiale purificato si porta nelle stufe, per farlo diseccare. Sono le stufe alcuni bacini piatti di rame, esposti alla corrente del fumo. Caricati questi, si prende cura di rimovere il sale con delle spatole, ond'evitarne l'adesione alle pareti, ed agevolare la penetrazione del calorico. Al termine di 6 ore circa il suddetto sale più non attacca le spatole, ed è nitido, ed atto alle composizioni da guerra.

39. Positive risorse si ritraggono dal raffinamento in aghi; riguardandosi l'economia del combustibile, la breve durata della manovra, ed il calo debole nell'evaporazione.

ARTICOLO IV.

Potassa.

40. Abbenchè la potassa non sia componente diretto della polvere da guerra, pure la decomposizione de' nitrati terrosi (§. 30) prescrive l' obbligo di distinguerne con chiarezza i caratteri, per servirsene con successo, e non eludere tutte le diligenze usate sul trattamento del salnitro, a causa di una disadatta base alcalina, che si presenta all' affinità dell' acido.

41. La potassa è *l'alcali fisso vegetale*, riconosciuta per tale a fronte dell' opinione di molti, che la riguardavano come un risultamento fortuito nell'incenerire le piante, dacchè Klaproth la rinvenne del pari nel regno animale.

42. Tentarono i chimici sulle prime di rintracciare i componenti dell' alcali vegetale, ma vane riuscirono le loro cure per l' insufficienza de' mezzi. Dawy con la pila del Volta, e Gay de Lussac, e Thenard coll' apparecchio ideato da Lavoyssier nella decomposizione dell' acqua hanno trasformato la potassa in una massa lucida, che il primo ha caratterizzata per ossido metallico, i secondi poi per un idruro di potassa, chiamata da essi concordemente *potassio*. Qualunque sia però la natura del potassio, non cade in dubbio che nella potassa trovasi combinato coll' acqua : e questa non si distacca con le ordinarie analisi, ma cede solo all'attivissima corrente della pila, o pure svapora nel conduttore di ferro, portato al grado estremo di calore.

43. Le principali caratteristiche della potassa sono, l' essere deliquescente, l' avere un sapore acre e bruciante, l' assorbire dell' acqua estrinsecando calorico, il formare de' vetri allorchè si fonde con sostanze *quarzo-*

se, il rendere l'oglio miscibile all'acqua, ed in fine il presentarsi per base agli acidi con questa gradazione di affinità, cioè solforico, nitrico e muriatico.

44 L'alcali vegetale viene ancora riconosciuto nel commercio col nome di *salino*. Il salino è propriamente il prodotto grezzo fornito dall'evaporazione a siccità delle liscive opportune: la potassa poi è lo stesso salino calcinato, e scevro di sostanze coloranti.

45. Le piante erbacee sono quelle che somministrano ceneri più copiose, indi gli arbusti ed i frutici, ed in ultimo gli alberi, ne' quali le foglie ne danno più che i rami, e questi più che il tronco. Tra gli alberi più ubertosi in cenere si arrollano il salice, l'olmo, la quercia, il carpino, il tiglio, il faggio: tra gli arbusti i sarmenti più si prestano: e per le piante erbacee meritano elezione le ortiche, i cardoni, i giunchi, ed i germogli di pomi di terra. Bisogna sempre escludere i legni resinosi essendo poverissimi di materia alcalina.

46. La combustione delle piante si opera nei forni ordinarii, nei focolari delle abitazioni, ed in mezzo alle foreste ed ai campi. Per quest'ultima intrapresa si taglia in terreno secco un fosso quadrato di 5 piedi di profondità, e 3 in 4 di lato; ed in esso s'intasano le piante da incenerire. Qualunque sia la consuetudine, deve il residuo stacciarsi, per isgomberarlo dalle terre, e dai frammenti del materiale combusto.

47. Si estrae il salino dalle ceneri, liscivandole, ed evaporandone la lisciva a siccità.

La liscivazione si fa in tinelli ordinati in 4 file sopra un basso cantiere. La manodopera è identica a quella descritta pe' materiali nitrosi (§. 29), come conducente a produrre un denso liquore salino: che sarà ammisibile quando l'aerometro lo distingua almeno con 10°. Le ceneri liscivate poi si destinano per la fabbricazio-

ne di vetri neri, o per concime di terreni sterili.

48. Segue l'evaporamento, che si effettuisce esponendo il liquore al fuoco in caldaje di ferro. Nel periodo dell'ebollimento si rimpiazza con lisciva l'acqua che vaporizza, per ottenere copioso salino in ciascuna vicenda, e si agita il liquore, per impedire l'incrostatura del salino contro le pareti della caldaja.

41. Il salino differendo dalla potassa, dachè conserva degli acidi coloranti, che l'azione del calore al grado dell'acqua bollente non può sublimare, esige per la sua trasformazione una temperatura più fervida, facile a conseguirsi in un forno a riverbero.

50. I forni di raffinamento comprendono un aja circa 10 piedi lunga, e 4 piedi larga: su di questa la volta si eleva per 18, in 20 pollici. Ad una delle estremità va situato il focolare, e nell'altra opposta la ciminiera: disposizione che protegge lo sviluppo del fumo e della fiamma. Delle aperture praticate ne'siti convenevoli concorrono per introdurre la carica, e per estrarla dopo la calcinazione.

Posto il forno in esercizio, di tratto in tratto si rivolve il salino, fino a che il pezzo di prova si dimostri duro, nitido, e distinto da piccole macchie verdi o gialle, che denotano ossido di potassa. Con tali marche la potassa si rinserra ne' barili, preservandola dalle nocive influenze dell'atmosfera.

51. Sono le vinacce, in preferenza di qualunque altro vegetale, che forniscono copioso alcali, l'acquisto delle quali dà un positivo vantaggio. La preparazione di esse si ottiene con rinchiuderle in sacchi di tela, e con sottometterle ad una macchina di compressione, talmente congegnata, da ripartire lo sforzo su tutti i punti, per l'esatto gocciolamento del vino: a tale intento contribuisce anche l'aumentare di tempo in tem-

po, la massa premente fino allo sprigionamento totale del liquido.

Compresse così le vinacce, e ridotte in pani, si diseccano al sole. La condizione de' pani si giudica idonea alla combustione, allorchè ciascuno di essi scricchiola, e si spezza nettamente.

Si forma quindi con mattoni a secco un forno rotondo del diametro di 6 piedi, e con provvisoria elevazione di 10 pollici. In esso si rinchiudono i pani a bruciare, e si comunica loro il fuoco con minute legne. Pervenuta la fiamma nello stato di vigore, si aggiungono altri pani (innalzando a riprese le pareti del forno) e si continua l' alimento, per dare più intenso fervore alla temperatura, onde assicurare la qualità delle produzioni. La buona cenere delle vinacce bruciate è candida, ingombrata alle volte da piccole macchie verdi od azzurre, e sensibilmente caustica sulla lingua.

52. Con prova decisiva i *salnitrieri* indagano la parte pura in una potassa sommessa ad esperimento. Eglino fanno valere la circostanza, che 20 once di alcali perfetto decompongono 102 once di nitrato di strontiana, disciolto in acqua a 36.° dell'acrometro di Beaumé.

Serve all' uopo un tubo di vetro ben calibrato, e diviso in 100 parti eguali, atto a contenere 102 once di nitrato di strontiana condizionato come sopra. Si prepara da parte una lisciva con 20 once di potassa, e dal tubo si versa su di essa il liquore salino gradatamente. Il versamento si arresta quando la strontiana cessa di precipitare; e con ciò le parti esuberanti alla saturazione, che restano nel tubo, indicano quello che perde per 100 la potassa esposta al saggio.

In comprova riflettiamo, che la lisciva di potassa può benanche considerarsi divisa in 100 parti, delle quali

ciascuna ne deve decomporre una di nitrato di strcntiana: ma al punto di saturazione, il nitrato impiegato trovasi di avere assorbita l'intiera potassa, questa perciò risulta manchevole di tante parti pure per quante sono le residue di nitrato.

ARTICOLO V.

Necessità di comporre la polvere da guerra con solfo, carbone, e salnitro.

53. Il bisogno di accoppiare il salnitro alla parte combustibile divisa in carbone ed in solfo si rileva chiaramente dall'esaminare le proprietà del fluido, che un tal composto sviluppa sotto dell'infiammazione. Questo procedimento rimane anche giustificato dall'obbligo di ottenere una pronta esplosione; e che sia esso molto idoneo a conseguirla, lo dimostra l'esperienza, come passeremo a vedere.

54. Se si avvicini un carbone rovente ad un mucchio di solfo polverizzato, posto sopra lamina di ferro, la parte a contatto del carbone si fonderà; e con lenta accensione, propagando una debole fiamma azzurra, attaccherà la parti collaterali. Il calorico non avrà vigore a segno, che formandosi dell'acido, o del semplice ossido, da involvere le molecole a bruciare, la fiamma perderà il suo alimento: che perciò, corroborando la temperatura con estraneo soccorso, l'ossido od acido dovrà, dileguarsi, e rendersi inefficace ad interrompere il fenomeno.

Posto del solfo nel bacinetto di un fucile, la scintilla lo rimane illeso.

55. Fissiamo l'esperimento sul carbone polverizzato. Operando come sopra, il fuoco vi si comunicherà all'i-

stante, e diffonderà la sua energia, con più speditezza dal basso in alto : ma se non si ravvivi la combustione, allontanando dalla massa l' acido carbonio, essa non sarà totalmente consumata. Concorre ancora ad illanguidire l' accensione l' azoto dell'aria, che si decompone : un ausiliario calore però dà sgombero a qualunque ostacolo con la sua vivacità, e la combustione perviene al termine.

Nel bacinetto del fucile, il carbone resta intatto sotto la scintillazione.

56. Che si esponga al fuoco di una lenta ustoria del nitrato di potassa ben puro, ne succederà subito il liquamento. Supponendo pertanto che la temperatura sia opportuna a produrre degli ulteriori effetti, comincerà lo sviluppo del gas ossigeno, per l'affinità più rimarchevole tra l' acido nitroso e la potassa ; e dopo, lo stesso acido volatilizzerà, se la possanza del calore vale ad eliminare il vincolo di combinazione per la sua base : la sola potassa resta inalterabile (§. 42). Se ne ricava dunque che il salnitro giammai s' infiamma.

57. Innoltriamo l' analisi sulle miscele de' materiali in questione.

Mescolando delle parti triturate di carbone e di solfo, e mettendole al solito sperimento, si paleserà l' accensione nel sito di contatto : ma ne sarà talmente tardo il progresso, che converrà sostenerlo di continuo. Risulta dunque il composto più restio a bruciare di ciascuno de' componenti; attesocchè il solfo, assumendo la condizione liquida, inviluppa le briciole di carbone; queste d'altronde, anzicchè attivare la combustione come sostanze accensibili, l' interrompono come elementi eterogenei e nocivi alla purità del solfo.

58. Preparato, come sopra, del nitrato di potassa e del solfo, si esponga la composizione al saggio. Il sol-

to dilaterà la sua fiamma, da prendere dominio sull'intera massa: il sale però, subirà una decomposizione parziale, annunciata da frequenti getti di fiamma bianca balenanti nel mezzo dell' azzurro. Il residuo conterrà una combinazione di nitrato e di solfuro di potassa.

La miscela indicata non si altera parimente sotto l'azione della scintilla.

59. Prendiamo in mira il misto di salnitro, e di carbone nella proporzione di 75 : 15, ch' è la più favorevole, secondo le diligenti investigazioni. Esponendo alla prova il materiale, si vedrà subito in preda ad una fiamma bianca e luminosa, seguita da un denso vapore. Caricandone poi una canna da sparo, e provocando l' accensione, il polverino sarà bruciato dalle faville dell' acciarino; ed a questo fenomeno seguirà una strepitosa esplosione, accompagnata da violenti effetti.

Con quest' ultimo sperimento si ravvisano tutt' i caratteri che deve possedere l' agente per le armi da fuoco: cioè, spedita infiammazione nel bacinetto del fucile, propagazione celere della fiamma, perfetta decomposizione del materiale; e forza energica nella corrente elastica. Appartiene dunque al carbone, nella polvere, la proprietà di attaccarsi al fuoco della *batteria* e di comunicarlo; giacchè il salnitro è incombustibile (§. 56), ed il solfo non può tanto operare (§ 58).

60. Quale sarà intanto l' influenza del solfo? Che si carichi un arme con la miscela di solfo di carbone e di salnitro nell' ordinario rapporto: gli effetti di esplosione risulteranno più vigorosi, perchè animati da un calore più intenso, ed eseguiti in minor tempo. La conservazione della polvere guarentisce in preferenza l'intervento del solfo che vi si mescola; mentre forma esso un cemento idoneo a consolidare i granelli, ed a renderne alquanto malagevole il distacco delle molecole.

ARTICOLO VI.

Fabbricazione della polvere.

61. Pria d' indicare la maniera di fabbricare la polvere, occorre stabilire la relazione tra le dosi de' suoi componenti.

Sin da tempo remoto, nel comporre la polvere, la proporzione adottata era di 75 parti di sale, 12 ½ di carbone, e 12 ½ di solfo: nè questa prima scelta arbitraria riuscì molto discorde da quelle conducenti ai migliori effetti. Furono ordinati degli sperimenti all'uopo in Francia nel 1794, ed il travaglio effettuito con iscrupolosità dichiarò eligibili due proporzioni; cioè l' una di 76 parti di salnitro 15 di carbone e 9 di solfo, e l' altra che ripartiva gli stess' ingredienti secondo i numeri 76, 14, 10. Si profittò di tali risultamenti: ma la conservazione della polvere ne' lunghi trasporti e per istrade difficili, e la sua manutenzione ne' magazzini obbligarono a richiamare l' antica consuetudine (ch'è quella tuttora in voga), come giovevole in preferenza alla durata di servizio.

62. Premesso il raffinamento de' componenti, si polverizzano da parte prima di mescolarli. L'enunciata pratica è indispensabile per evitare de' sinistri accidenti. Le sostanze schiacciate, e scevere da frammenti, non potranno giammai scintillare, a causa di collisione, sotto qualunque tormento: prescindendo dal vantaggio di agevolare la miscela, e di renderla più uniforme in minor tempo di manipolazione.

63. L' ordegno opportuno per la miscela è il molino a pestoni. Ad onta che in apparenza non sembri compatibile il suo meccanismo e la maniera di agire

col materiale da preparare, e per questo più volte proscritto; pure la decisa speditezza, e l'ottima triturazione che produce lo rendono preferibile, sempre che; stando la macchina in movimento, si adoperi tutta la possibile precauzione, che la sperienza e l'abitudine suggeriscono.

Presenta il molino una rota idraulica *RS* (*Fig.* 1 *e* 2.) affidata all'asse *PQ*, e questo sostenuto da solidi appoggi. La rotazione con meccanismo idoneo va a trasmettersi ad altri due assi collaterali; ma la disposizione n'è tale, che ad ogni giro dell'asse principale quelli secondarii devono subirne 3, per essere il diametro di ciascun rocchetto *GH* terza parte dell'altro; che si accorda alla rota *NM*. Gli assi laterali poi partecipano il loro movimento a 20, o 24 pestoni, egualmente ripartiti, e costituito ognuno di essi da due parti ben distinte, cioè dall'albero, e dalla testa di bronzo a forma di pera, del peso totale di 80 libbre. Ad una cert'altezza, mancando successivamente ai pestoni i loro appoggi, restano essi abbandonati al proprio peso, e vanno a percuotere con impeto i fondi de' corrispondenti mortai. Potendosi valutare l'altezza della caduta per 15 pollici, l'efficacia di ogni percussione sarà 692,8 libbre.

Sono i mortai *m n* de' ceppi di quercia compatta e stagionata, con incavi sferoidali *b a c* atti a favorire con successo la miscela; poichè il materiale, sommesso ai pestoni sfugge ed ascende lungo le pareti per effetto dello scuotimento, ma ricade immantanente verso il centro, in dove sperimenta la percossa, dalla quale prima si era sottratto.

Per ovviare alla degradazione del fondo di ciascun mortajo, riesce utile di corroborarlo con un tronco conico rovesciato *a*, anche di quercia, permettendo alle fibre la disposizione verticale, affinchè opponessero il

tai. Il ricambio ha per iscopo: l' operare una buona triturazione, onde pervenire con più sicurezza all' omogeneità richiesta: il distaccare da' fondi de' mortai i masselli condensati, ne' quali le materie divenute molto aderenti potrebbero infiammarsi: ed il raschiare le pareti de' mortai e de' pestoni.

Il ricambio si effettuisce, appoggiando una cassetta sul ceppo, accosto dell'ultimo mortajo, per comprendervi la pasta che da esso si estrae; ed indi trasmettere di mano in mano le cariche, riponendo nel primo mortajo il materiale dell' ultimo, o sia quello contenuto nella cassetta. Le medesime diligenze devono usarsi per ogni ricambio, che si opera da ora in ora, ad eccezione delle due ultime, che necessitano per condensare la pasta, onde *granellarla.*

Il molino si fa agire 14 ore, e la pasta, si umetta 2 volte nel decorso dell' operazione. Ridonda del pari nocivo l' innaffiare sovente, che il non eseguirlo a sufficienza. Nel primo caso, una parte del salnitro si stempera, cristallizza per evaporamento, ed osta alla buona triturazione: aggiungendovi, che l' abbondanza dell' umidità, con distruggere la pronta circolazione, fissa la pasta, con minaccia di eccessivo riscaldamento. Nel secondo caso poi, la composizione attenuata di troppo rifiuta la convenevole resistenza alle percosse, ed i pestoni penetrano nel fondo con isciupio significante di materiale, che va projettato al difuori: allora con espressione dell' arte si dice che *il mortajo fa vento*, e vi si ripara, o arrestando il movimento della macchina, o fissando qualche pestone alla caviglia.

Succede alla triturazione la manovra del crivo: dopo però che l' evaporamento di 2 in 3 giorni espella dalla pasta l' esuberanza dell' umidità.

Essendo rammassato in zolle il materiale al sortire

da' mortai, si soppesta con maglietto di legno, e si assoggetta in un primo crivo, munito di larghi fori, alla pressione di un disco di legno, a forma di lente. Il carico, per l'agitamento del crivo, acquista una rotazione valida a risolvere il materiale, a frangerne le parti solide, ed a precipitarle tutte pe'fori sottoposti.

Mentre alcuni artefici si occupano del servizio di questo primo crivo, altri, raccogliendone il prodotto, ne caricano un altro, forato, secondo il giusto diametro, che si vuole accordare ai granelli. I frammenti, che precipitano, variano nella loro grandezza: ve ne sono parecchi che si scindono in minute briciole, e di altri più solidi, minori pertanto del regolare diametro: interessa quindi di ultimare il travaglio con istacci, per eguagliare la polvere in tutte le sue parti.

La polvere in fine si disecca ad aria libera, o nelle stufe. Gl' Inglesi vi applicano la forza de' vapori; metodo dispendioso, ma che dà il vantaggio di schivare qualunque inopinato accidente. Nell' Ollanda, nel Belgio, in Germania, ed in Russia, si dispongono delle tavole, coperte di polvere, intorno alle mura di un recinto accalorato dalle stufe; ed a questa pratica si conformarono i Francesi, allorchè conobbero l' imperiosa urgenza di un generale armamento, nel periodo della rivoluzione. Nelle regioni meridionali si destinano all'oggetto delle aje aperte, custodite solo verso il settentrione da mura elevate, le quali, nel respingere l' influvio del vento, apprestano un' attiva riflessione al calore.

Per la diseccazione ad aria libera, bisogna inaridire delle tavole di prescritte dimensioni, e poi coprirle ed arginarle con tela. Nè dev' essere tale l' assettamento, che collocate sopra debiti cantieri, vi sieno tra esse

degli spazii, da permettere all'artefice il passaggio, per disbrigare il servizio di cui si occupa.

La polvere deve al più conservare sulle tavole 2 in 3 linee di doppiezza; altrimenti i vapori degli strati inferiori obbligherebbero i superiori, già diseccati, ad assumere un alternativa sullo stato igrometrico, con calo considerevole. Contribuisce ancora a distruggere l'enunciato inconveniente la consuetudine di rivolvere i granelli da tempo in tempo, onde sovvertire l'ordine degli strati.

La temperatura va graduata; laonde l'esposizione al sole si esegue, dopo che i vapori del mattino si sieno dileguati. Con ciò, l'esalazione procede insensibilmente, e le molecole di ciascun granello hanno tempo bastevole a prendere una scambievole aderenza. Per lo contrario un colpo violento di sole dilaterebbe con vivacità l'acqua imprigionata, la quale, slontanando gli elementi suddetti ne causerebbe un disfavorevole risolvimento.

Nella stagione estiva bastano 4 in 5 ore di calore. Il calo che la polvere sperimenta è del 7 in 8 per. 100.

65. L'indicata maniera di fabbricare produce una polvere, i cui granelli sono angolosi ed irregolari. Nella Svizzera si ha l'abitudine di rendere i granelli sferici, e questa diversa configurazione dà alla polvere una preferenza di attività. Che ciò sia vero, in Auxonne nel 1777, il Conte di Rostaing paragonò sotto identiche condizioni le polveri, svizzera, ed angolosa di Francia, e rimarcò nella prima di esse un' assoluta superiorità di effetti: sommise dopo all'esperimento, delle rispettive dosi di polverino, e quello di Francia si dimostrò di maggior efficacia.

Prescindendo dalle più violenti esplosioni, si sa d'al-

tronde: che l'umidità ha una minore presa su i corpi sferici: che la polvere meno si deforma ne' trasporti, giacchè la collisione degli angoli è il fomite della degradazione: e che le estensioni de'tiri si approssimano di molto, sotto le cariche dello stesso peso. Malgrado tutti gli enumerati vantaggi, la fabbricazione svizzera non è stata adottata altrove; sì perchè riesce copioso il polverino causato nella manodopera dalle macchine di rotazione, che bisognano all'uopo, come per l'inevitabile inconveniente di non attirare le faville dell' acciarino.

63. Non conduce il rammassare nelle cartucce d'infanteria del polverino co' granelli sferici, anche il rimedio avrebbe delle sue difficoltà. Il sistema indurrebbe a trasportare del polverino, il quale, imbevendosi di umidità per esserne avidissimo, farebbe spesso inciampare nella circostanza di adoperare un materiale non più subordinato all' infiammazione. In quanto al mescuglio poi, il polverino non potrebbe egualmente ripartirsi: la sua fluidità lo precipiterebbe sempre nel basso delle cartucce, e la parte superiore di queste, da cui si estrae la carica del bacinetto, conterrebbe de' soli granelli sferici.

ARTICOLO VII.

Prova della polvere.

67. La grandezza e la densità de'granelli si proporzionano alle armi, per le quali la polvere si destina. Nelle armi lunghe e portatili riesce profittevole l'uso de' granelli minuti e compatti, avendo la carica tempo sufficiente ad accendersi completamente: la combustione di questa, d'altronde, si deve accelerare nelle armi corte e di grosso calibro, mediante la porosità, e l'ingrandimento di volume delle sue parti.

In vista dell'esposto principio ognuno ravvisa, che il metodo di prova si deve in tutt'i conti rapportare alla specie della polvere.

68. Tra i moltiplici strumenti utili ad esplorare le qualità delle polveri, ci atterremo ai *polverometri* a pistola, a pendolo, idrostatico, ed a mortaro. Avvertendo in generale, che i polverometri a camere costanti sono disadatti, allorchè i materiali di saggio variano per densità: i loro risultamenti non sarebbero suscettivi di comparazione, o che le cariche si regolassero a peso, o che si stabilissero a volume. Conoscendosi bene che l'eguaglianza de' volumi reca divario sulle masse in ragione delle loro densità, riguardiamo soltanto i pesi. Una polvere più esatta di miscela, più poderosa nelle armi lunghe, e più disposta a conservarsi per la densità di cui è dotata, darà sotto la prova meno vantaggioso effetto, che un altra, porosa, poco battuta, e friabile: stante che quest' ultima, colmando la camera del polverometro, ed infiammandosi quasi istantaneamente, potrà esternare tutta la sua energia: la prima all'incontro, lascerà un vuoto nella camera, e non sa

rà tutta invasa dalla fiamma, onde produrre delle projezioni analoghe al suo vigore.

69. Il meccanismo del polverometro a pistola si riduce ad una breve canna da sparo *a* (*Fig.* 3), coperta dal turacciolo *bc* modificato a rota dentata. Contro di questa rota la molla *f* spiega l'elasticità, che tende a rendere stabile il turacciolo nella sua posizione. La lumiera della canna comunica col bacinetto di un fucile ordinario.

Per caricare il polverometro, conviene forzare la molla *f*, mediante la briglia *g*, che la mette in giuoco col maneggio di una *scrofola*, avvitata all'estremo della suddetta briglia. Dopo ciò, il turacciolo *bc* resta libero, e permette l'introducimento della polvere nella camera dell'arme. Aggiustata la carica senza intasamento, si sprigiona la molla dalla sua tensione, la quale va a dirigere di nuovo lo sforzo contro i denti della rota, e comprime quindi l'ostacolo *bc* sull'orificio della canna. Provocata in ultimo la scintilla, il fluido spinge il turacciolo, e gli fa descrivere una curva qualunque *hi*, la cui misura resta determinata dal numero de'denti che oltrepassano il becco della molla, per effetto della projezione.

70. Non manca quest'arme d'insufficienza, nell'indagare la forza di una polvere minuta e densa; per essere ad anima corta, e privare quindi l'agente dell'opportuno sviluppo; e perchè costante la capacità della camera, toglie qualunque norma per l'assegnamento delle cariche comparative (§ 68). Presenta ancora l'inconveniente di non essere concorde in azione ad altr'ordegno della stessa specie: le molle più o meno elastiche, ed un divario su i pesi de'turaccioli, sulle politure, e sugli attriti, non rendono paragonabili in generale le misure degli effetti, ad onta delle costanti dimensioni.

71. Il polverometro a pendolo possiede caratteri di maggior esattezza, nello sperimentare le minute polveri. Esso non ha camera fissa, e la sua anima è lunga fuori limite. Conserva perciò tutta l' analogia possibile con le armi, in dove s' impiega la polvere a piccoli granelli; nè cade in dubbio, che i risultamenti di prova si riproducano nelle lunghe armi portatili.

72. Con apparecchio di stabili sostegni *BB* (*Fig*.4.*e* 5.) si dispone un pendolo balistico *G*, o sia una lunga canna da sparo, libera nelle sue oscillazioni; ed il meccanismo n' è tale, che, sotto le vibrazioni, lo stilo acuminato *r* segni leggiermente nella lamina di rame *OO*, unta ed impolverata, l' arco di recesso. Il rapporto tra le saette degli archi, ne' diversi saggi, esprime quello delle forze, o delle qualità delle polveri.

In comprova. Le forze, venendo misurate dai loro effetti, lo saranno dai prodotti delle masse per le velocità. Ma, circa i fluidi, le masse stesse, valutate nell' unità di tempo, sono funzioni delle velocità; e proporzionali ad esse, se voglia supporsi costante la superficie, opposta alle dirette azioni delle correnti motrici: le quantità di moto perciò, nel caso attuale, sono in ragione de' quadrati delle velocità. Il pendolo intanto, animato dal fluido elastico, monta per l' oscillazione, e lo stilo ne marca la traccia; l' altezza di cui sarà quella dovuta alla velocità di partenza. Paragonando dunque le velocità impresse in due sperimenti, la relazione tra esse verrà espressa dalle radici delle altezze; le forze quindi, o le qualità delle polveri devono serbare il rapporto delle altezze medesime.

73. Il polverometro idrostatico, rinculando nell' acqua, dà il bilancio tra le forze in questione: sono le altezze delle parti, che s'immergono sotto le scosse dell' agente quelle, che tra esse comparate, lo denotano.

La macchina presenta un tubo di latta cilindrico, immerso nel liquido, e sopraccaricato da un mortaretto per ricevere la carica. Accesa questa, il fluido obbliga il tubo alla discesa, mentre del carbone pesto, galleggiando, ne segna il limite.

Anche un tale strumento è equivoco, per le varie obbliquità, con le quali si possono effettuare le immersioni: usato però con avvedutezza, i risultamenti non molto divergono dalla precisione.

74. Il mezzo ordinario onde saggiare la grossa polvere da cannone è il polverometro a mortaro. L'arme si fabbrica con somma diligenza, e con quella esattezza, che vale a contestare il perfezionamento dell'arte.

La scrupolosità che si esige nell'esercizio di tali prove è resa ostensibile da parecchi articoli dell'instruzione data in Francia, di utile menzione all'oggetto.

Art. 1.° » Le polveri da guerra saranno sperimentate ne' mortari di bronzo del peso di 17 *miriogrammi* circa, e de' quali il diametro interno sia » 19,1 *millimetri.*

2.° » Ciascuno de' suddetti mortari sarà fuso con » la corrispondente placca, talmente che l'inclinazione » dell' asse corrisponda a 45°. La placca sarà incastrata in un tavolone, e ben fermata per le punte con » perni avvitati da scrofole.

3.° » Il mortaro così condizionato dovrà poggiare » su di una spianata di legno, orizzontale e ben connessa: non vi sarà però fissato, affinchè avesse l'agio di rinculare nel tiro.

4.° » Dovendo la spianata conservarsi orizzontale, » verrà essa composta da travicelli, riuniti strettamente con due solide traverse, e sostenuti da un masso » di fabbrica di perfetto livello. La lunghezza de' travicelli si deve dirigere nel verso del tiro.

5.° » Gli Uffiziali incaricati delle prove useranno
» attenzione nel verificare, alla presenza de' Commis-
» sarii delle polveri, il diametro interno dell'arme, la
» posizione ed il diametro della lumiera, e le lunette
» da calibrare i globi.

6.° » Un minimo *evasamento* al mortaro, o alla
» sua lumiera, dovrà essere motivato nel processo verbale.

8.° » Trovandosi l'anima evasata in uno de' suoi
» diametri sino a 192 millimetri, il mortaro sarà ri-
» formato, e rimpiazzato da un altro a dimensioni
» precise.

9.° » Il globo dovrà avere 190 millimetri di dia-
» metro ed essere ben regolare.

13.° Si avrà cura di scegliere pel campo di pro-
» va un terreno cedevole e senza pietre, per evitare
» le degradazioni ne'globi di bronzo, che si devono ma-
» neggiare.

19.° » Verificata la polvere ne' suoi granelli, il ca-
» libro del polverometro, il diametro del globo, il
» peso di questo (che deve ascendere a 293 *ettogram-*
» *mi*), ed il livello della spianata, si procederà al
» saggio; caricando il mortaro con 92 *grammi* di pol-
» vere, senza intasamento. La carica, così disposta, do-
» vrà lanciare il globo a 225 *metri*, per la ricezione
» del materiale in esperimento.

75. In succinto: il regolamento prescrive, che l'an-
golo di projezione debba essere di 45°, fievole la ca-
rica in riguardo al peso del globo, ed in fine, che le
portate decidano sul vigore delle polveri. Esaminiamo
quali sieno i principii validi a proteggere, ed a san-
cire l' esposto sistema.

76. Nella prova 92 grammi (3 once 5 grammi e $^3/_8$)
di polvere devono spingere un globo di 293 ettogram-
mi (60 libbre): condizione che produce un tardo mo-

vimento sotto le vibrazioni del fluido elastico. Nel decorso delle teorie vedremo, ch' essendo lenta la velocità iniziale, la resistenza del mezzo si rifiuta ad alterare sensibilmente l' indole di quella curva, che la balistica appresta pel vuoto. S' impiega dunque una piccola carica, per caratterizzare la traccia come parabola: evitandosi lo scoglio della resistenza.

77. Essendo parabola la linea balistica, l'angolo del tiro dev' essere di 45°; poichè con tale disposizione; l' errore che si può commettere nella misura dell' angolo (proveniente dal falso livello della spianata) trasmette la minima variazione sulla portata. Difatti nell' equazione

$$x = 4\,h\,\text{sen.}\,\varphi\,\cos.\,\varphi\,,\ (\textit{Nota}\ 5\,,\ \textit{par.}\ 1\ )$$

supponendosi un inganno sul valore dell' angolo φ, per una piccola quantità $d\varphi$, l' influenza ch' esso acquista sull'estensione del tiro x si deduce differenziando, con riguardare x e φ variabili: si avrà quindi

$$d\,x = 4\,h\,d\,\varphi\,\cos.^2\varphi - 4\,h\,d\,\varphi\,\text{sen.}^2\varphi =$$
$$4\,h\,d\,\varphi\,(\,\cos.^2\varphi - \text{sen.}^2\varphi\,).$$

Per essere intanto a 45° il seno eguale al coseno; quanto più l' angolo vi si approssimi, tanto minore sarà la differenza tra i quadrati del coseno e del seno: sì chè a 45° il divario di portata, emergente dalla misura falsa del angolo del getto, è il minimo.

78. Onde la polvere sia ammissibile, la portata dev'eccedere 225 metri (115 tese): prescrivendosi con ciò, che i tiri classifichino le qualità delle polveri, sotto la costante carica di prova. Si vengono dunque tacitamente a considerare le forze delle polveri in rapporto con le ampiezze delle projezioni; nè vi è errore tosto che le velocità iniziali permettono di considerare le tracce come parabole. In effetti, serbando le forze de' fluidi la stessa ragione de' quadrati delle velocità im-

presse, saranno anche proporzionali alle linee a queste dovute; ed alle portate in conseguenza, per l'angolo costante di saggio. Se la polvere, quindi, scelta per norma, lancia il globo a 115 tese, e l'altra in esperimento lo scaccia a 120 tese, il rapporto tra le rispettive efficacie sarà di 115: 120, e dell'ultima ne rimarrà cognito il valore relativo.

ARTICOLO VIII.

Analisi della polvere.

79. Sovente nel campo di prova la polvere esterna debolezza, mancando d'incalzare il mobile con quell'energia, che distingue l'indole di un utile motore; e perciò rigettata, come poco idonea a soddisfare i bisogni della guerra.

Non sono sufficienti i mezzi di prova a disvelare il neo, e la circostanza impone a ricorrere ad altri maneggi, onde pervenirvi, e migliorare poi la condizione del materiale rifiutato.

80. Anche buona, può la polvere celare il suo vigore: e ciò succede, se fabbricata a piccoli granelli, si sperimenti in arme corta, ed a camera determinata: ma l'imperfezione apparente svanisce, ripetendo il saggio col polverometro a pendolo, atto ad esplorare le attività delle minute polveri (§. 71).

81. Nelle polveri deboli, il difetto deriva ordinariamente, o da cattiva triturazione, o da oscitanza nel preparare gl'ingredienti, o da un alteramento nella loro proporzione. Egli è segno evidente di mal eseguita miscela, se strofinando pochi granelli, apparisca del polverino: ed a ciò si ripara con ulteriore battimento. Se poi le dosi sieno alterate, nella proporzione, o da so-

stanze eterogenee, si richiede per la correzione l'analisi chimica; acciò, isolat' i componenti, si dasse agio a ravvisare la parte, che ciascuno di essi abbia in composizione, ed il loro grado di purità.

82. Il solo saluitro, tra i componenti della polvere, è solubile nell' acqua; ma nello sprigionare il sale, il solfo ed il carbone si rammassano con istretta aderenza: e questo vincolo rende ardua l'analisi in questione.

83. Per isvincolare il carbone dal solfo, Beaumé ha proposto una disadatta sublimazione. Secondo il suo avviso, l' influenza di data temperatura sulla miscela combustibile deve accendere e dissipare il solfo, senza ledere in verun modo il carbone. L' esperimento, ripetuto più volte, ha fatto scorgere, che il solfo si consuma realmente; ma che anche il carbone soffre una perdita, da estimarsi per 10 in 11 sopra 100.

84. L'analisi più esatta dipende dall' affinità, che il solfo ha per la lisciva di potassa, quante volte la densità del liquore sia misurata dai primi gradi dell' aerometro. Il metodo è il seguente.

La polvere da saggiare si pesa diligentemente, si schiaccia, e si assoggetta al filtro, onde segregarne tutta la parte solubile, con efflavii di acqua bollente e distillata. L' acqua, essendo distillata, reca il vantaggio di somministrare la dose del sale inalterata; e portandosi ad un grado vigoroso di calore, può operare con maggiore attività (§ 31). Il rèsiduo in parti combustibili, diseccato prima, si espone dinuovo al filtro sotto il versamento della lisciva di potassa, densa per 5° dell' aerometro di Beaumè: il rapporto dell' alcali alla polvere di analisi deve pareggiare quello di 15:10. Alla lisciva si fanno succedere delle laverie di acqua pura, sino a che il prodotto del gocciolamento sia scevro da colore, ed insipido.

Con tale procedimento, il solfo si attacca all'alcali: e per essere il solfuro di potassa liquativo, il carbone rimane isolato sul filtro. L'avanzo di questa seconda filtrazione, diseccato, palesa la dose del carbone; l'evaporamento delle prime acque fornisce il salnitro: ciò che manca poi a completare il peso della polvere, esprime la quantità di solfo combinato e disciolto.

85. Non sempre cade lo scrutinio sulle polveri, che hanno conservato le primitive prerogative, spesso occorre saggiarne di quelle deteriorate, per apportar loro le convenevoli correzioni.

1°. » Perde di condizione la polvere, con assorbire dell'umidità ne' magazzini, od in altri luoghi di deposito. Il carbone in tal caso si umetta, ed abbandona gli altri componenti: il salnitro poi si fonde, ed indi cristallizza con bianche efflorescenze.

2.° » Risulta la polvere fuori servizio, se nella sua massa, per una sequela di accidenti, trovansi framischiate delle copiose particelle eterogence.

Nella prima ipotesi necessita determinare la dose dell' umidità assorbita: e questo si ottiene, esplorando il peso di una data massa, ed in seguito, il calo ch' essa sperimenta sotto il diseccamento, provocato ad aria libera. Se la diminuzione del peso, espressione dell' umidità, non ecceda il 7 per 100, sarà bastevole l' azione del sole, per ripristinare la polvere nel suo vigore: se poi l' accennato limite si oltrepassi, il mezzo non sarà profittevole. La polvere inumidita considerevolmente, riacquisterebbe al sole molta possanza; ma gli elementi rimarrebbero dilatati, e proclivi a scindersi in polverino. L'espediente opportuno nell' indicata circostanza si è quello di addensare di nuovo la polvere in pasta sotto il battimento, rimpiazzandovi prima il salnitro

che ha da essa sottratto il contatto permanente dell' umidità.

Nel secondo caso, non potendosi restituire alla polvere la sua omogeneità, vi è la sola risorsa di decomporla sul filtro, per profittare, nelle nuove fabbricazioni, del salnitro ch' essa contiene.

ARTICOLO IX.

Analisi del fluido che sviluppa la polvere nell' accendersi.

86. Dopo di aver esaminato i componenti solidi della polvere, riguardiamoli nella perfetta fluidità, o sia nella condizione di efficaci motori.

87. Il repente passaggio de' granelli allo stato aeriforme viene operato dall' accensione. Per bruciare una sostanza che n' è suscettibile, si richiede assolutamente l' intervento dell' aria; ma la combustione della polvere può benanche effettuirsi nel vuoto del recipiente pneumatico, in forza del puro ossigeno, che si volatilizza ne' primi periodi della decomposizione (§ 56).

88. Per comprendere il modo, con cui si sviluppano le sostanze attive, nell' approssimare alla polvere una materia accesa, bisogna riflettere: che il solfo ed il carbone si bruciano, ed in un tratto decompongono il nitrato di potassa: che l' ossigeno dell'acido si combina col carbonio, lasciando l' azoto nello stato libero: che il calorico eccede il bisognevole per trasformare in *gassi* l'acido carbonico, e l'azoto, rimanendovene in soprabbondanza, onde servire alla dilatazione di questi fluidi, dell' aria, dell' acqua di cristallizzazione, ed anche della potassa: che lo stesso calorico infine, con la sua violenta espansione, dà alla massa fluida una somma energia,

89. Apparisce dall' esposto di non essere istantanea l' accensione della polvere, come alcuni han preteso, soltanto per l'illusione, che desta la celerità del fenomeno; giacchè vi bisogna del tempo, ben distinto ne' suoi elementi, per la propagazione della fiamma, e per lo sviluppo del fluido che ne dipende. Più marcato questo tempo si discerne nel polverino, e nella polvere pregna di umidità: mentre, nel primo, mancano gl' interstizii favorevoli a promovere la pronta circolazione della fiamma; e nella seconda, l' evaporazione dell' acqua ritarda il progresso della combustione.

90. Sorprende poi l' osservare, come delle sostanze solide, che passano con tanta speditezza allo stato aeriforme, anzichè assorbire il calorico che ne produce il cambiamento, lo esternano in larga copia. L'apparente contraddizione cessa col ponderare: che la combinazione de' gassi, ossigeno, ed azoto è di debolissima affinità, disadatta a sprigionare molto calorico: e che questa sostanza quasi tutta si rende libera, nel combinarsi intimamente il gas ossigeno col carbonio. Lavoyssier col *calorimetro* (*Nata* 6. *par.* 1.) ha osservato che la perdita del calorico nella formazione dell' acido nitrico è di 0, 15.

91. Le proprietà che specificano il fluido della polvere sono, l' elasticità, e la permanenza. Queste qualità fanno ad essa acquistare degl' incrementi di vigore analoghi a quelli della temperatura.

92. L' elasticità del fluido è quella, che lo rende il motore nelle armi da fuoco. Se l'espansione ardita de' gassi forma la potenza per le analitiche investigazioni, dalla sua giusta misura deve sorgere la chiarezza delle idee. La ricerca di un tal elemento ch' è come un cardine, per rendere profittevoli i risultamenti delle discussioni, non solo trovasi involta in dubbie opinioni,

ma diverge ancora dalle regolari vie, che coronano di buon esito i tentativi.

93. L' idea di determinare l'elasticità del fluido, che fornisce una polvere data per qualità, fu seguita dall' altra di bilanciarne l'energia in rapporto all'aria. Il metodo più ingegnoso all'uopo, sembra che sia quello ideato da Robins, ad onta che il successo non corrisponda alle mire.

Robins praticò il vuoto sotto di una campana pneumatica, vi abbruciò varie dosi di polvere, della qualità che si prescriveva dalle ordinanze, e ne conchiuse per indagini: che fissata la polvere ad un pollice cubico, ed a 244 il vano della campana, avrebbe dovuto esservi equilibrio di pressioni tra il fluido e l'atmosfera, posta a livello la temperatura. Da questo primo sperimento dedusse il rapporto di 244 : 1 tra le rispettive attività.

Cercò dopo di esaminare l'influenza della vivace temperatura sull' espansione: ed all' oggetto arroventò una canna di ferro al rosso bianco, ne otturò ermeticamente l' orificio, e la tuffò nell'acqua, per accelerarne il raffreddamento. Dissipata l' esuberanza del calore, permise egli l'ingresso all' acqua, la quale si cacciò con impeto; e l'aria, ridotta alla temperatura, ed alla pressione atmosferica, si trovò che occupava 1/4 del volume dell' anima. Arguì quindi, che alla temperatura da lui assegnata al ferro, il calore aumenta quattro volte l' elasticità dell' aria.

Applicato questo secondo sperimento al primo, e presa in considerazione la costante densità nel fluido della campana, e nell' aria, Robins opinò in ultimo, che l' elasticità del fluido suddetto doveva risultare quadrupla, quante volte la polvere sotto dell' accensione avesse manifestato la stessa fervenza del ferro, riscal-

dato al rosso bianco. La fiamma intanto decompone la polvere, e la fiamma medesima accalora il ferro: il metallo arroventato al rosso bianco sublima la potassa (§. 42), ed il vigore dell' esplosione produce lo stesso fenomeno (§. 87): non vi è dunque da esitare, che in ambedue i casi la temperatura abbia costante energia. Che perciò il rapporto di elasticità, fissato a 244: 1, ascende a 976: 1, che Robins dichiara per 1000: 1.

94. Avverte Eulero al proposito, ch' essendo diverse le nature de' fluidi, non può reggere la persuasiva, che ridotti alla stessa densità, e penetrati da egual calore, debbano sviluppare egualmente la forza espansiva. Egli è di assoluto avviso, che il rapporto esibito merita ingrandimento, senza indicare però in qual modo si possa determinare.

Questa giusta supposizione viene convalidata dagli sperimenti di M.r Vernois, il quale ha scorto che i gassi, ossigeno, ed azoto, alla temperatura dell'acqua bollente (80.° del termometro di Reaumur), ed alla pressione barometrica di 27 pollici, soffrono un dilatamento sei volte maggiore di quello, che loro compete alla temperatura di 10.° Lo sviluppo forse che i suddetti fluidi ad altri combinati, acquistano sotto l'alta temperatura dell' esplosione di una data polvere, avrà dimostrato la forza di essi 50000 volte maggiore della pressione atmosferica: come si rileva dalle sperienze del conte Rumford (*Bibliot. Brittan. tom. X. scienze ed arti.*)

95. Se dunque in qualche applicazione di formola succeda, che riconosciuta l'elasticità del fluido come 1000 in rapporto all' aria, i risultamenti del calcolo non sieno moltissimo inferiori a quelli suggeriti da'saggi: ciò dipende dacchè, l' espressione della forza si

esagera sull' ipotesi dell' accensione istantanea ; e si neglige il debilitamento ch' essa soffre per gli attriti, per lo sfogo di lumiera, e pel vento : incidenti, che la teoria non considera , ma che hanno luogo in pratica a dispendio del motore. Sempre però la maniera di agire e di applicare è vaga ; ed i cardini dell' analisi , anzichè mostrarsi solidamente stabiliti ; presentano delle difficoltà insuperabili.

96. La seconda proprietà del fluido consiste nell' avere caratteri di permanenza.

Viene provata la permanenza, dal bruciare della polvere nel recipiente , esausto di aria , di una campana pneumatica. Sotto dell' esplosione , monta rapidamente la colonna di mercurio ad un altezza eccedente, e questa fase va seguita da un breve ondeggiamento : decresce poi il rigoglio del fluido, a misura ch' esso perde di calorico ; ed allorchè ne ha totalmente dissipata l' eccedenza in rapporto all' aria , si arrestano le depressioni barometriche. Inspezionandosi dopo giorni la colonna di mercurio , non si osserva in essa cambiamento , regnando la temperatura del saggio : evidente indizio di costante pressione ; e quindi di forza permanente nel fluido della polvere.

Si può ancora raccogliere del fluido in una vescica , trasmettendovelo per la chiave della macchina pneumatica : e con ciò, si dà luogo ad osservare un gonfiamento invariabile , che contesta parimente una stabile elasticità.

97 Dipendono dalle sole variazioni di calore i cambiamenti nella forza espansiva. La norma che ne fornisce l' esperienza ci fa decidere, che per la stessa massa fluida , gli aumenti di efficacia sieno proporzionali a quelli di temperatura. In effetti , per la legge generale

sul raffreddamento de' metalli si ha, ch' essendo i tempi in progressione aritmetica, le perdite di calore lo sono nell' altra geometrica; ma nel ribasso della colonna barometrica sotto della campana, si osserva lo stesso rapporto tra i tempi e le depressioni; queste ultime perciò (ch' esprimono i debilitamenti della forza) risultano proporzionali ai decrementi di calore. Lo stesso raziocinio si avvera nel procedimento inverso, e si conferma vieppiù l' asserzione, che il fluido della polvere, come elastico e permanente, riceve delle variazioni analoghe agli accaloramenti.

ARTICOLO X.

Effetti del fluido contro le armi da fuoco.

98. Ogni motore applicato ad una macchina, imprime il movimento per mezzo della pressione, o della percussione: anche gli agenti elastici possono in ambi i modi operare. Si avverta però, che la pressione e la percussione vengono causate in generale dal peso, o dalla velocità che un grave acquista per una data altezza: laddove la pressione di un fluido elastico dipende dall' immediato contatto dell' ostacolo con la corrente attiva, e la percussione succede allorchè vi sia un intervallo tra essi.

99. La percussione agisce istantaneamente, e se ne può profittare tutte le volte, che l' effetto ripetere si deve dallo scuotimento: ma se le mire tendano ad affrettare il corso di un projettile, vi bisogneranno delle reiterate spinte, per le quali si presta la pressione. Si richiede in questa seconda ipotesi che gli argini laterali permettano al motore di sollecitare per qualche tempo il mobile nella sua traslazione.

Dalle premesse idee emerge la spiegazione di un ovvio fenomeno, cioè che quando la palla dista dalla carica, il pezzo è soggetto a crepolare. La percussione allora tormenta simultaneamente il mobile, e le pareti delle armi; ed obbliga queste a frenare uno sforzo poderoso, nell' indole affatto diverso dalla semplice pressione, sperimentata sotto la prova.

Anch' è facile il ravvisare, che occorrendo frangere delle pietre, od altri fossili tenaci (intento che si consegue con subitaneo scuotimento) l' urto debba preferirsi; ed il massimo effetto esige, che la capacità del fornello fosse doppia di quella determinata dal volume della carica. Con le armi da fuoco poi, dovendosi espellere de'globi con celerità, si richiede, che questi poggiassero sulle cariche. Si supprime ogni vano intermedio, affinchè la maggiore durata dell'azione provocasse più violenti projezioni.

100. In generale, il fluido sempre produce effetti di maggior efficacia, quando l' ostacolo da vincere è vincolato da un forte attrito: la palla in tal caso non cede al primo sforzo, e dà tempo al motore di concentrare fermamente la sua attività.

101. Fissandoci pertanto sulla forza nelle armi da fuoco, ne distinguiamo l'esercizio contro delle stesse armi, e contro del mobile. Ci riserbiamo nel proseguimento l' esame de' secondi effetti; giacchè vengono essi sensibilmente modificati dalle dimensioni delle armi, le quali esigono perciò una preliminare investigazione.

L' azione del fluido contro de' pezzi la possiamo suddividere in rapporto alle pareti, ed alla culatta: sempre l' espressione da competerle, e che dobbiamo inserire nel calcolo, proviene dalla relazione col peso atmosferico, fondata sulle rispettive elasticità.

102. Si chiami all' oggetto *m* il rapporto di elastici-

tà del fluido all' aria, ed s la superficie esposta all' azione del motore. Dacchè la colonna aerea equilibra quella di acqua alta 32 piedi, e che per 70 libbre si valuta il peso di un piede cubico di acqua piovana; sarà l'espressione del peso atmosferico, sostenuto dalla superficie $s = 32.70s$; ed in conseguenza contro della stessa superficie, la pressione del fluido della polvere verrà denotata da $32.70ms$, per essere gli effetti delle colonne prementi nella ragione delle densità, o delle elasticità.

Quest' analittica espressione non sarà proficua nelle applicazioni, sino a che vi sia dubbio sul valore di m (§. 94).

103. Occupiamoci ora ad esaminare le serie delle pressioni che soffrono le pareti laterali delle armi, supponendo successivamente istantanea, ed a tempo la combustione della carica.

Per l' istantanea accensione, e grado di calore costante, sia ER (*Fig.* 8) la lunghezza dell'anima, ed EB l' altezza della carica. La forza che sprigiona il fluido nel sito BE, essendo $32.70ms$ (§. 101), la pressione ivi rendesi eguale a quella, ch' eserciterebbe una colonna di acqua alta 32000 piedi (posto $m = 1000$).

Allorchè il fluido si dilata nello spazio BM, il suo vigore deve scemare nella ragione inversa de' volumi: nel punto M dunque, l' altezza CM della colonna premente, sarà $32000 \frac{EB}{EM}$. Lo stesso ragionamento avendo luogo per tutti gli altri punti, si otterrà una serie decrescente di ordinate, che saranno nella ragione inversa delle rispettive ascisse: coordinate da competere all'iperbole parilatere, riferita ai suoi asintoti.

In comprova di ciò, l'equazione alla suddetta curva è

$$xy = 1,$$

e quindi

$$y = \frac{1}{x} :$$

per un altra ordinata poi

$$y' = \frac{1}{x'},$$

e perciò

$$y : y' = \frac{1}{x} : \frac{1}{x'} :$$

cioè le ordinate inversamente come le ascisse.

104. Sotto la stessa ipotesi di accensione, facendo variare il grado di calore, i decrementi di forza serberanno la ragione inversa de' quadrati degli spazii; poichè gli accaloramenti che danno all' agente de'gradi proporzionali di vigore (§. 96) sono nella ragione inversa degli spazii suddetti: onde avviene, che al punto M, l' altezza della colonna premente CM avrà per espressione 32000 $\frac{EB^2}{EM^2}$: ed in ultimo

$$y : y' = \frac{1}{x^2} : \frac{1}{x'^2},$$

cioè le ordinate nella ragione inversa de'quadrati delle ascisse.

105. La legge relativa all' istantanea accensione, perchè nota, ci guida a' risultamenti geometrici: ma quella d' appartenere alla successiva, essendo variabile in se stessa, non può presentare, che delle idee inesatte. Pappacino intanto vi ragiona nel seguente modo.

Che si adotti per base la successiva accensione della polvere, ed il calore variabile: nel sito B (*Fig.* 9) la forza del fluido, al primo istante del suo sviluppo, dovrà vincere solamente la resistenza, che ad essa oppone il mobile. Nell' istante consecutivo, abbenchè sia

ignoto il secondo sviluppo in rapporto al primo, tanto sul fluido che sul calore, pure si sa, che la forza riceve aumento, e che l' altezza RM della colonna premente acquista vantaggio su di OB. Si supponga inoltre che nel punto C l' accensione della carica pervenga al suo termine; in tal punto l' agente elastico eserciterà il massimo sforzo, e la scala delle pressioni esibirà la massima ordinata. Dilatandosi poi il fluido nello spazio residuo, privo di nuovi aumenti, e sulla massa, e sul calore, s' indeboliranno le sue pressioni; perciò le ordinate con la loro serie obbligheranno la curva a prendere il *flesso contrario*.

Una tale maniera di ragionare è puramente astratta, anzi discorde a quanto succede nella combustione della carica. L' esperienza smentisce l' asserzione, che la massima pressione dipenda dal consumo totale della polvere; giacchè, dopo i prim' istanti dell'accensione, l' aria rarefatta, e l' intenso calore ostano al celere proseguimento del fenomeno: e per questo, il fluido si spande in maggiori volumi, il calore si dissipa, gli sforzi decrescono, ed un residuo di granelli illeso va projettato fuori dell'arme. A buon conto, per ammaestramento dell' esperienza, una gran parte della carica si brucia quasi istantaneamente, e rallentandosi la combustione per le cause indicate, il successivo fluido di sviluppo non può in verun modo compensare la diminuzione di forza, prodotta dall' ingrandimento ne' volumi: laonde, anche in questa seconda ipotesi, la scala delle pressioni è decrescente, con andamento variabile ed ignoto.

106. La scala delle doppiezze di metallo, per un pezzo di artiglieria, è conseguenza della scala delle pressioni. Due difficoltà si presentano nel determinarla: 1.° le idee vaghe circa la serie delle pressioni effetti-

ve: 2.° la difficoltà di stabilire la doppiezza di metallo nel fondo dell' arme, elemento ch' è tanto essenziale per la ricerca. Eulero ha dato un metodo per ritrovare l' accennata doppiezza: ma esso è poco profittevole, per la malagevole impresa di sostituire ai simboli le convenevoli espressioni numeriche.

107. Il metodo è il seguente. Si sezioni l' arme nel sito della culatta, perpendicolarmente al suo asse, il cerchio $ABPQ$ (*Fig.* 10) ne indicherà il taglio dell' anima, ed $APQBSRE$ la corona metallica. Si riguardi la parte del metallo $AEFB$, terminata da due raggi CE, CF: e sia, il raggio interno $AC = a$, la forza del fluido $= f$, e l' arco che ha l' unità per raggio, e lo stesso numero di gradi dell' angolo $ACB = 2z$: sarà l' arco AB (contro del quale la forza agisce) $= 2az$; e quindi lo sforzo $= 2afz$; di cui la risultante, vibrandosi dal centro C, divide l' angolo ACB per metà. Esprima dunque CDM la direzione di questa spinta, e sieno AE BF le linee di resistenza, le risultanti delle quali vanno perpendicolarmente applicate ne' punti medii H, e G.

Si chiami pertanto la doppiezza di metallo $AE = BF = b$, ed n la coesione per l' unità di superficie: la risultante della coesione per ciascun lato avrà bn per espressione. Prolungandosi le rette OH, ed KG in D, questo punto verrà attratto da tre forze, una $= 2faz$, e ciascuna delle altre due $= bn$. Col decomporre in ultimo DK si scorge, che la componente $DL = bn.$ sen:z è quella, che osta direttamente alla forza $2faz$: laonde la somma delle forze laterali che agiscono per la direzione CD è $2nb.$ sen: z. Se ne conchiude quindi, che per frenare il metallo sotto l' impulso dell' agente, bisognerà che sia nb sen:$z > faz$, per qualunque angolo ACB. Essendo di 180.° il massimo arco che possa com-

prendere un angolo, ne segue, che su di esso si carica il massimo sforzo della potenza; e perciò $z = 90.^{o}$, la sua sviluppata $= 1,57$, sen: $z = 1$, ed $ab > 1,57 fa$.

Sotto questo rapporto generale si potrebbe stabilire il valore di b, nel produrre con aggiustatezza quello di f. Fino a che dunque la teoria non faccia de' nuovi passi verso il perfezionamento, riesce vano l'attendere da essa delle risorse; ma ripeterle conviene, o dalla pratica di lunghe ed attive campagne, o da elaborate e dispendiose sperienze.

Vi è luogo per altro ad avvertire, ch' estrinsecandosi la massima energia dell' agente sull'arco di $180.^{o}$, l' arme è soggetta a fendersi ne' siti diametralmente opposti.

108. Passiamo ora all' esame degli effetti, che l' esplosione produce contro il fondo dell' arme.

I filetti fluidi essendovi direttamente applicati, e venendo ritardati nel corso, dalla palla, dalla pressione e resistenza atmosferica, e dall' attrito, obbligano l' arme a retrocedere fin dal primo periodo del loro sviluppo.

Se il recesso che ha luogo, durante il moto della palla per l' anima del pezzo (detto *rinculo di accensione*) fosse a sufficienza sensibile, non potrebbe la palla suddetta seguire la direzione assegnatale; dovrebbe deviare bensì a norma della irregolarità, e della pendenza dell' appoggio su cui l' arme si fa agire. L' esperienza e la teoria di accordo concorrono a dimostrare, che i mentovati recessi sono di poca considerazione, ed incapaci a produrre alterazioni rimarchevoli.

Lasciando da parte le sperienze, delle quali tutti ne sono convinti, consultiamo solo la teoria a questo riguardo. Sotto l' accensione delle cariche, gli sforzi simultanei contro del pezzo e della palla, essendo eguali nel numero e nelle intensità, danno eguali quantità

di moto; e quindi le velocità (dopo ciascuna delle successive vibrazioni) seguono la ragione inversa delle masse. Il movimento iniziale d' altronde, ancorchè risulti difformemente accelerato, pure si può estimare come equabile per la brevità della sua durata: e questa circostanza abilita a sostituire alla ragione delle velocità quella degli spazii. In ultima analisi dunque, il recesso di accensione emerge dal dividere nella ragione inversa delle masse, o de' pesi, lo spazio intercetto trà l'estremità della carica e la bocca del pezzo. Si scorge da ciò, che il rinculo di accensione decresce a misura che si aumenta il calibro del pezzo; poichè sotto tali incrementi, il rapporto tra il peso complèto dell' arme (compresovi anche l' attrito) e quello della palla si ingrandisce considerevolmente.

109. Dopo che la palla ha superato i limiti del metallo, incalzata nel suo movimento dalla colonna fluida, quest' ultima sbocca con vielenza, e cerca per tutte le direzioni spandere il suo volume, spingendosi sempre in avanti. Non manca all' incontro l' aria di reagire analogamente all' impulso che riceve; e trasmettendosi la reazione pe' diversi strati della colonna, va essa nel fondo dell' arme a produrre il suo totale effetto. La reazione accennata viene anche avvalorata dal movimento retrogrado, che il pezzo acquista sotto la diretta azione del motore, di cui lo sviluppo è molto più lento di quello della palla, per l' esorbitanza del peso. Questo secondo recesso si distingue per *rinculo di esplosione*.

101. Nell' indagare le leggi del rinculo, si rende necessario il ponderare, che i filetti elastici, essendo dotati di egual vigore, ed ingombrando con piena corrente l' anima dell' arme, fissano la loro risultante per la direzione dell' asse.

Dipende dall' esposto principio il dimostrare, che con arme e carica, costanti, gli spazii di recesso sieno proporzionali ai coseni degli angoli di elevazione, o di depressione. In effetti, esprimendosi coll' asse l' efficacia della forza espellente, questa si scinde in una componente paralella alla spianata, ed in un altra ad essa perpendicolare: venendo la seconda forza estinta dalla resistenza dell' appoggio, la sola paralella denotata pel coseno dell' inclinazione (preso l' asse come raggio) è quella che obbliga a rinculare. Si deduce quindi, che posto l' asse paralello alla spianata, il recesso è massimo: minimo poi se l' asse suddetto si presenti perpendicolare all' appoggio.

111. Circa l' esame di altre leggi, relative allo stesso scopo, fa d' uopo attenerci ad alcuni sperimenti effettuiti da Hutton, pe' quali fece agire de' pendoli balistici del peso di 917 libbre, determinò le corde di recesso in parti millesime del raggio, ed in fine rese distinti, e meritevoli di separata considerazione, i tiri a sola polvere, da quelli a palla. Eccone i risultamenti.

Cannoni	Centri di gravità.	Oscillaz. per minuto.	Lunghez. delle anime.	CARICHE			
				2 on.	4 on.	8 on.	16 on.
Numeri	Pollici	Numeri	Pollici	Rinculi senza pal.			
1	80,47	40, 1	28, 2	22	53	117	220
2	80,47	40, 0	38, 1	23	55	121	237
3	80,50	39, 9	57, 4	24	57	125	252
4	80,44	39,8	79,9	25	59	129	265

112:L' inspezione della tavola ci offre le seguenti osservazioni.

1.° Esaminando le quattro ultime colonne verticali, apparisce, che il rinculo diviene maggiore a misura che aumenta la lunghezza del cannone; e che la variazione procede con norma fino alla carica di 8 once, dopo della quale s' ingrandisce fuori regola. In comprova: da 28,2 pollici a 79,9 di lunghezza per le anime, l'accrescimento sulla velocità del rinculo (*Not.7 par.1*), con 2 once di polvere, è di 22 a 25, o di $^1/_8$; con 4 once, è di 53 a 59, o di $^1/_9$; con 8 once, è di 117 a 129, o di $^1/_{10}$; ma con 16 once risulta di 220 a 265, o di $^1/_5$. In generale l' aumento del recesso deve attribuirsi sopratutto al numero maggiore delle vibrazioni, che il motore slancia contro della culatta, nello scorrere le più lunghe anime (§. 108): l' estraordi-

nario incremento poi, sotto l'esplosione di 16 once, sembra doversi ripetere in parte dalla menzionata causa, ed in parte dachè, nelle violenti scariche, una porzione di polvere resta lanciata fuori de' pezzi corti, senza essere attaccata dalla fiamma.

2.° Trasportando indi l'esame su i numeri compresi in ciascuna linea orizzontale (i quali esprimono i recessi di ciascun pezzo separatamente, sotto le differenti cariche di saggio) si ravvisa, che il rinculo sempre aumenta al crescere della carica. Si osserva però; che la relazione tra gli spazii di recesso è maggiore di 2 : 1 (esibita costantemente dalle cariche) fino ad un dato limite; che per ciascun cannone s'ingrandisce sotto le minori cariche; che diminuisce al crescere di queste; ed in fine, che il primo rapporto, dedotto dalla più cort' arme, tutti gli altri sorpassa, ed è quello che più rapidamente decresce.

113. Occupandoci degli sperimenti a palle (ciascuna del peso di 16 once, e 13 dramme), eseguiti con lo stesso apparecchio, e con le medesime cariche, ed arme, dobbiamo prendere in mira la seguente tavola.

Numeri de' Cannoni.	Cariche di polvere			
	2	4	8	16
	Rinculi con palle.			
1	90	146	236	330
2	94	154	246	358
3	99	164	259	390
4	101	169	266	407

La prima conseguenza che se ne ritrae con ispeditezza si è, che i recessi nelle cariche a palle sono assolutamente superiori a quelli, che si hanno dalle sole polveri: e questo per uno sviluppo più energico che acquista l'agente, a fronte de'maggiori ostacoli. Gli altri risultamenti sono: che mentre i suddetti recessi aumentano con la lunghezza de' cannoni (e ciò per l'inspezione delle colonne verticali), in quanto all'arme N.° 4, la più lunga, l'accrescimento è minore in proporzione: e che le relazioni de' recessi alle cariche, espresse dalle linee orizzontali, serbano tra loro più regolare andamento.

Fine della parte prima.

PARTE II.

Armi da fuoco.

114. Le armi da fuoco sono gli ordigni co'quali si adopera la polvere da guerra. Ne dipende la buona riuscita dalla natura del metallo che vi s'impiega, dalle dimensioni più adattabili alle parti costitutive, e dal metodo di fabbricazione.

Sezione I.

Metalli per la fabbricazione delle bocche a fuoco.

ARTICOLO I.

Minerali.

115. Si dicono minerali que' fossili, che presentano in massa delle parti metalliche, aggregate ad una miscela di terre, e combinate con delle sostanze combustibili.

Queste naturali produzioni richiamano in un modo vario l' attenzione degli analisti, dapoichè: il mineralogista le classifica a norma di quella materia, che vi predomina: il chimico ne investiga sopra ttutto le affinità: il metallurgista n' esamina il metallo da poterne estrarre: il docimastico ricerca in esse le sostanze mescolate e combinate, con le rispettive proporzioni: ed il minatore le cava, e le prepara indi per la fusione.

116. La natura ha custodito i minerali in siti affatto reconditi. L' interno delle più aspre montagne ser-

ve ordinariamente ad essi di ricettacolo. Le masse sepolte di questi fossili vi serpeggiano a guisa di torrenti condensati, la cui scaturiggine è al culmine dell'altura; e progrediscono nel modo stesso capriccioso, con cui giacciono le separazioni, le fenditure, e gli strati delle rocce (a). Delle materie leggiere e colorate, framischiate ad altre quarzose precedono, ed inviluppano i minerali: esse compongono la così detta *matrice*, e guidano il minatore nelle sue ricerche.

117. Allorchè il minerale trovasi accumulato nella separazione de' massi di differenti specie, si dice, che vi scorre in *vene*: se d' altronde è intasato nelle semplici fenditure de' macigni, la sua esistenza è in *filoni*: essendo poi ristretto in mezzo agli strati delle rocce, vi giace anche per *istrati*, e questi seguono tutti gli ondeggiamenti de' primi.

118. In parecchie montagne, sieno a banchi, sieno a strati, ed alle volte nelle pianure si rinvengono degli *ammassi*, che sono cavità ripiene di minerali: sovente poi s' incontrano delle lunghe e superficiali tracce, povere nelle produzioni metalliche, che i minatori chiamano *corritori di zolle.*

119. Non di rado gli alvei de' fiumi, e de' torren-

(a) *Nelle miniere di ferro del monte della Stella in Pazzano, denudai un filone della potenza di* 5 *piedi, per la lunghezza di* 4 *tese circa, profittando della circostanza, che il tetto calcareo era ivi solidissimo, ed a cappello. Il filone dava tutta l'illusione di un torrente: osservai in esso benanche de' piccoli vortici nel sito, in cui i massi si slargavano, e prendevano altr'ora di direzione.*

ti contengono sabbie metalliche, che provengono da'slamamenti di filoni. Possono tanto operare le forti alluvioni, e l' abbattimento degli argini, che naturalmente custodiscono i laghi esistenti sulle vette delle alture.

120. In rapporto al ferro minerale (fossile diffusissimo sul globo), anche le arene de' mari ne racchiudono fecondi depositi, emergenti da decomposizioni volcaniche, come le arene di Pozzuoli lo dimostrano.

121. La ricerca de' minerali si rende oltremodo difficile. Gl' indizii che si prescrivono, onde svelarne l'esistenza non danno fondamento di certezza; e perciò i tentativi riescono dispendiosi, ed il profitto eventuale.

Le copiose acque, che sgorgano dai monti, indicano primamente delle fenditure nelle rocce (a). De'frammenti di quarzo negli avvallamenti fanno scorgere, che le suddette fenditure conservano depositi di questo materiale, matrice de' minerali (§. 116): il segno però sarebbe equivoco, se il sito fosse sottoposto ai confluenti di parecchi rivoli, provenienti da varie sorgive. La differente natura delle rocce denudate promette più da vicino l' esistenza delle sostanze metalliche nelle loro commessure. Con parte, o con tutti gli accennati indizii, praticando gli ardui mezzi di ricerca, sogliono i risultamenti contrariare l' aspettativa, o perchè le fenditure si trovano vuote, quali *caverne di vento*, o colme di acqua, o nidi di materie *sterili*: nè questo si può scoprire al giorno, ove terminano le lesioni delle rocce; ma ad una profondità, in cui il tet-

(a) *Passa in proverbio tra i minatori, di non sperare l' esistenza del minerale, ove manchi l'affluenza dell' acqua.*

to comincia ad essere compatto , e disposto con rimarchevole pendenza.

122. I canoni per lo scavamento delle miniere sono ben corredati di mezzi , sanciti da lunghe pratiche , per l' agevole estrazione del minerale. Tali mezzi sono, lo scolo delle acque , la solidità delle fortificazioni , e l' attività de' ventilatoi ne' siti più remoti dal giorno : il descriverli ci apparterebbe molto dallo scopo.

123. Quello che interessa per ora si è l'accennare in qual modo si trasformino i minerali nella condizione metallica. Il metodo si adatta alla qualità del fossile : per alcuni minerali perciò , meno affini all' ossigeno , e che ritengono sempre l' aspetto lucido , si rende sufficiente l' esporli all' azione di un forno a riverbero: ma per altri minerali degradati , soprattutto per quello di ferro, si esige un apparecchio più laborioso , ed il costante contatto col *disossidante* sotto l'alta temperatura de' forni. Il raffinamento del ferro minerale , dopo la fusione , non è totalmente operato : necessitano all' oggetto delle ulteriori manovre , ed un tale obbligo lo rende in preferenza difficoltoso.

ARTICOLO II.

Scelta de' metalli.

124. Dovendo i pezzi di artiglieria prestarsi con facilità al maneggio, ed al trasporto (per impiegarli, senza straordinarii mezzi, analogamente alle circostanze della guerra), fa mestiere che il metallo per fabbricarli sia tenace ne' suoi elementi : con ciò si evita l'obbligo d'ingrossare oltremodo le pareti de' suddetti pezzi. D'altronde gl' impulsi poderosi delle palle, nello scorrere le anime delle bocche a fuoco, produrrebbero delle impronte, nocive alla durata di servizio, se il metallo non fosse duro a segno da sostenere le percosse senz' alterazione. Le condizioni accennate rendono ardua la scelta del metallo ; poichè la durezza è inseparabile dalla frangibilità, e la coesione dispone il metallo ad essere dolce e cedevole.

125. Si deve sempre premettere un esatto raffinamento, ricorrendo a tutte le risorse che la chimica fornisce : mentre gli ossidi, i vetri terrosi, i semimetalli, ed i combustibili, viziano l'adesione metallica, ed insinuano altri difetti locali, valevoli a far rigettare le armi nel campo di prova.

126. Perchè i metalli si fondono a differenti temperature, diverse ne sono le gravità specifiche, varie ne sono ancora le leggi delle affinità (ch'è sempre più attiva tra le parti omogenee); nelle leghe perciò non risultano ripartite le dosi uniformemente. Un metallo semplice dunque si deve ed esse preferire, tosto che con le sue qualità possa gli oggetti mentovati (§.124) a sufficienza adempire.

127. Premesse tali nozioni, occupimoci a scrutare

con la scorta dell'esperienza, quale tra i metalli più si presta per fabbricare le bocche a fuoco.

Musschembroek, e Thomson, paragonando le tenacità di parecchi metalli, han ottenuto i seguenti risultamenti (*Not.* 1. *par.*2.).

	Secondo Musschembroek	*Secondo Thomson.*
Rame	578	302, 26
Ferro	1730	549, 25
Stagno	188	31
Piombo	25	18, 4
Zinco	83	18, 2
Bismuto	92	20, 1
Antimonio	30	7

Dall'inspezione della tavola si rileva che il ferro raffinato possiede la massima tenacità: dalle tavole delle gravità specifiche si deduce, che il peso del ferro è inferiore a quello di parecchi altri metalli: è noto poi con quali prove energiche se ne può sperimentare la durezza. Sotto tutti gli aspetti dunque il ferro forgiato darebbe un servizio vantaggiosissimo (come lo somministra per le armi da fuoco portatili), se, in rapporto alla grossa artiglieria, ne riuscisse il prezzo compatibile con lo scopo. Ma la diligente preparazione della materia, ed il procedimento difficilissimo di fabbricazione, ripugnano ad una regolare economia. Si è cercato di supplire in parte al ferro forgiato con quello di fusione.

128. Non han omesso i fisici di sommettere a' saggi comparativi le due qualità di ferri. La differenza tra le rispettive tenacità apparisce dalla tavola seguente.

Ferri colati.				
Larghezza	Doppiezze	Pesi per rompere	Tempo	Lunghezze
Linee	Linee	Libbre	Minuti	Linee
3	1,5	500	7	18
3	3	900	30	»
4	4	1775	37	»
Ferri forgiati.				
3	1,5	2931	45	81
3	3	4131	64	
4	4	11587	356	

129. La debole adesione del ferro colato detta il bisogno di corroborare con eccedenza di massa le pareti delle armi; onde munirle di solidità, e disporle ad una valida resistenza. Da questa imperiosa circostanza ne ridondano de' pesi strabocchevoli; ed i pezzi quin-

di si dimostrano disadatti al servizio di campagna, ed anche a quello degli assedii: l' utile che possono recare si limita alla difesa delle coste, ed agli usi della marina.

130. Le analisi chimiche sono state con frequenza dirette sulle fusioni del ferro, nell' idea di profittarne più estesamente. Si è tentato di migliorarne la condizione, mediante le leghe: ma gli sperimenti prodotti in epoche diverse, ripetuti tutti nelle scuole di mine in Moutiers, han fatto scorgere, che il ferro non entra in lega con altri metalli, e che nello stato di combinazione imperfetta dà prodotti duri e fragili. Abbenchè i piccoli saggi non sieno decisivi, pure sembra che non si possa sperare al proposito miglioramento alcuno.

131. Richiamando ad esame la tavola esibita sulle tenacità (§. 127), si ravvisa, che al ferro succede il rame per ordine di coesione. Il rame intanto è molto compressibile, e perciò disadatto ad un servizio durevole (§. 124). S' insinua in esso della rigidezza, collegandolo ad altro metallo: conviene però che le dosi della lega sieno in tal rapporto, da non indebolire di molto la tenacità.

Lo stagno si è scelto all' uopo, ed esso, impiegato in limiti prescritti, dà una positiva risorsa. La Martilliere è di avviso, che lo zinco si leghi meglio col rame, e che da ciò ne risulti un metallo più resistente: ma la sua asserzione non viene giustificata dalle sperienze, che Musschembroek ha prodotte sulle resistenze delle leghe.

132. Conchiudiamo, per quel che si è esposto: che il ferro raffinato, abbenchè sia attissimo ad adempiere gli oggetti proposti (§. 124), pure non può soddisfare pienamente, che nella sola fabbricazione delle ar-

mi portatili (§. 127) : che il ferro di fusione debba mettersi a profitto ne' servizii esclusivi di costa , e di marina , pe' quali non si dimostra necessaria la grande agilità delle artiglierie (§. 129) : e che per tutt'altro, le sperienze finora eseguite, non danno altro materiale più idoneo del bronzo , o sia della lega del rame con lo stagno (§.131).

Di tutti questi metalli tratteremo con ordine progressivo.

ARTICOLO III.

Ferro di fusione.

133. Il ferro di fusione si ritrae direttamente dal ferro minerale, col soccorso de' forni. La riuscita del metallo dipende dall' apparecchio del fossile, e dal modo di fonderlo. Nel proseguimento si farà conoscere la maniera di guidare un forno : le attuali mire dunque devono riguardare l' opportuno preparamento , che ha somma influenza sulla qualità delle fusioni.

134. Il minerale di ferro si trova sovente nello stato di *ossido* : ha esso perduto allora lo splendore , e qualunque altro distintivo metallico.In qualche miniera conserva ancora la lucidezza e delle copiose parti cristallizzate , e si specifica col nome di *ossidolo* : questo poi, essendo combinato coll' acqua e coll' acido carbonico, ed avendo una matrice abbondante di magnesia, si dice *spatico* : fossile molto idoneo per la fabbricazione dell' acciajo.

Tutte le distinte specie di minerali devono sommettersi a 4 operazioni preliminari, cioè alla scelta , alla laveria, alla torrefazione , ed allo stritolamento : rego-

lando sempre la manodopera a norma della loro condizione.

135. La scelta del minerale consiste nel distaccarlo dai pezzi di roccia, che spesso vi sono tenacemente aderenti: e di questo se ne occupano i vecchi minatori, inabilitati a proseguire i difficili lavori sotterranei.

136. Tende la laveria a segregare una porzione delle materie sterili mescolate. La macchina più conducente allo scopo è il così detto *patouillet*, o sia una cassa di legno, attraversata nel fondo da una corrente di acqua, e superiormente da un asse armato di palmette di ferro. Posto il minerale nella cassa, e la macchina in movimento, l'asse affidatovi subisce la rotazione, le palmette sollevano il materiale, e l'acqua prosegue il suo corso, conturbata da una quantità di materiale leggiero, che seco trasporta. Al manifestarsi dell'attrito, si arresta la manovra; e dopo, con aprire la valvola stabilita nel fondo della cassa, s'induce la stessa corrente a precipitare il minerale lavato in recipienti sottoposti. Vi rimane una parte della matrice; ma la sua presenza agevola la fusione, come vedremo in appresso.

137. La torrefazione serve a dilatare i minerali, ed a sublimarne delle sostanze, che viziano la condizione de' metalli. Ed in effetti, esponendo un minerale torrido al contatto atmosferico: una parte de'semimetalli e de' combustibili volatilizza, ed altra parte di essi si trasforma in acido, ed anche si distacca dalla massa, nel combinarsi alla base: il minerale poi aumenta di volume, senz'alterazione di peso, o pure diminuisce di peso, conservando costante il volume. Questo dilatamento facilita ne' forni il passaggio dei gassi carbonati,

i quali, nel disossidare internamente, accelerano lo scioglimento delle masse.

138. I minerali, in ultimo, si soppestano prima di presentarli al forno, procurando che i frammenti ritenessero la grandezza di una noce. Egli è ben dimostrato, che ne' grossi materiali difficile riesce la penetrazione del calorico, e quindi tardo il liquamento; non perciò la minuta sabbia è fomite di buoni effetti: attraversa essa gli strati del carbone, e si fonde, prima di svincolarsi totalmente dalle nocive combinazioni: sovente poi si accumula in un sol lato del forno, e sovverte l'equilibrio della carica.

139. Dopo questa breve esposizione relativa all' apparecchio del fossile, passiamo ad esaminare le proprietà de' ferri colati.

Il ferro di fusione, detto anche *ferraccia*, è duro, e fragile: esso presenta nell' interno delle lame, o de' granelli di varie grandezze: non si forgia nè a freddo, nè a caldo: è molto più ossidabile del ferro raffinato: e si scioglie prontamente negli acidi.

140. Dal colore ch' esterna nella frattura il metallo grezzo, si distingue in 3 specie; cioè *bianco*, *gocciolato*, e *bigio*. Il primo contiene del ferro, dell'ossido, e del carburo di ferro: il secondo, prodotto dagli stessi componenti, ha una dose minore di ossido: ed il terzo, anche più disossidato del secondo, ha del carburo in maggior copia. Non si può intanto stabilire un retto giudizio dal semplice colore: questo è ancora subordinato al tempo del raffreddamento. Per la grana bianca è inefficace l' influenza di cause a produrvi delle variazioni; ma per le altre due grane, un pronto ribasso di temperatura non permette agli elementi del carbonio di ravvicinarsi, e di formare delle sensibili masse.

A rendere più intelligibile la spiegazione del fenomeno, osserviamo, che la dose del carbonio, non oltrepassando 0,033 ne' ferri colati al massimo carburosi, non potrà da se (supponendola ben distribuita) esibire un grigio oscuro, e molto meno il nero; laonde, raffreddando con ispeditezza il metallo, le molecole di carburo, o *grafite*, resteranno ne' rispettivi posti senza potersi concentrare, e la grana dovrà immancabilmente palesare il bianco. Se al contrario la diffusione del calorico proceda con lentezza, ciascuna briciola di ferro si approssimerà a tutte quelle che la circondano, e gli elementi intermedii di grafite, venendo espulsi, invilupperanno la superficie di ciascun globetto metallico. Dopo il raffreddamento dunque, la massa fusa darà un cumolo di nocciuoli, involti in istrati carburosi, e da questi oscurati. Supposta maggiore la durata del fenomeno, più lunga sarà l'azione del concentramento; ed i globetti quindi saranno più ingranditi ne'loro diametri, gli strati d'inviluppo risulteranno più densi, ed il colore si paleserà maggiormente ottenebrato.

141. Circa la tenacità de' ferri di fusione si sa: che quelli di grana bianca sono in preferenza duri e fragili: che i bigi sono più tenaci, meglio subordinati agli strumenti dell'arte, e di utile servizio per la fabbricazione de' cannoni: e che gli altri neri sono deboli come i primi.

La tenacità di queste ultime ferracce si può corroborare, mediante l'azione di un forno a riverbero. Coll'esercizio del forno, una parte del carbonio si combina coll'ossigeno del metallo, ed anche con quello della corrente di aria, e la massa diviene più omogenea e resistente.

Gl' Inglesi rifondono i ferri di fusione. Questi loro prodotti sempre abbondano di grafite, a causa del lun-

go contatto col carbon fossile, che sostengono negli alti forni (*Nota* 2. *par.* 2.).

142. Reaumur conobbe il primo, che i ferri colati aumentano di volume nel raffreddamento. Una tale proprietà è interessantissima per le fusioni; poichè il metallo nel dilatarsi a freddo assume con precisi caratteri le impronte delle forme.

In comprova: se si riempia di ferro liquido un crogiuolo riscaldato al rosso, e se ne rigetti l'esuberanza, allorchè il metallo è consolidato, apparirà un rigoglio su del vaso, più sensibile per la grana bianca.

Nel dubbio che la convessità fosse prodotta dal ristringimento del crogiuolo, Reaumur, con altri tentativi osservò, che la ferraccia solida galleggia nella liquida; e conchiuse che il condensamento ne diminuisce la gravità specifica, ampliando il volume per l'unità di massa.

Non riesce ardua la spiegazione di questo specioso fenomeno, dachè: 1.° le fusioni bianche hanno sempre un tessuto di lame soprapposte, interrotto da considerevoli voti; al momento quindi che il metallo s'indurisce, l'assettamento delle suddette lame occasiona l'incremento del volume: 2.° il carbonio (principio colorante per la grana bigia) (§. 140), trovandosi stemperato nel ferro liquido, se ne distacca in qualità di grafite sotto l'effusione del calorico; e perciò commutando questo combustibile lo stato di combinazione intima in quello di miscela, si frappone all'aggregamento.

143. La densità ne' ferri colati non può essere costante: essa varia, ed è sempre superiore in quei di grana bigia. Secondo Bergman.

Ferracce.	Densita'.	Piede cubico
Bianca	6601	462
Grigia	6859	480
Nera	72[illegible]2	505

Se ne deve attribuire la differenza: 1.° alla combinazione dell'ossigeno e del ferro, comparata a quella del carbonio e del ferro stesso: 2.° all'esuberanza dell' ossigeno in rapporto al carbonio; giacchè le fusioni bianche contengono al minimo 0,06 di ossigeno, quando il massimo carbonio delle bigie è 0,03: 3.° all'assettamento delle lame ne' ferri di grana bianca.

144. Per iscorgere in breve analisi se la condizione del ferro liquido sia vantaggiosa nella fabbricazione de' cannoni, giova prevalersi del metodo già in uso nella fonderia del Creusot sul Mont Cenys. Si modella all'oggetto una verga *B* (*Fig.* 12) di 3 pollici in quadro, e di 15 in 18 pollici di lunghezza. Si affida questa per una estremità agli appoggi *a* e *b*, ed all'estremo opposto vi si liga una barra di ferro forgiato. Alla distanza di 6 pie. 6 pol. dall' appoggio *a* si sospende un bacino, e si carica con pesi successivi, fino a che si spezzi la verga *B*. Se il carico bilanciato ascenda a 1500 libbre, il ferro di fusione possederà una tenacità bastevole per soddisfare all'interessante scopo della fabbricazione delle armi.

ARTICOLO IV.

Ferro raffinato.

145. Il ferro di fusione, avendo dell'ossigeno combinato, e del grafite in miscela (§. 140), si deve purificare, per renderlo malleabile, e per corroborarne la tenacità. Qualunque sia la diligenza nel raffinare, non si potranno giammai espellere totalmente il carbonio, e l'ossigeno. Il ferro potrà ancora ritenere del fosforo, del solfo, dell'arsenico, del cromo, e de' vetri terrosi; e queste sostanze tutte nuocciono alla qualità del metallo.

146. Il ferro grezzo a purificare, nel sortire dall'alto forno si conforma in *pani*, e così modellato si porta alle forge di raffinamento. Le parti costitutive di queste sono, un crogiuolo, una ciminiera, ed una cassa, la quale, nel raccogliere il vento provocato da un intenso motore, lo trasmette equabilmente per animare con regolarità la combustione.

Quando la forgia è disposta ad un esercizio di vigore, ciascun pane, circondato dal carbone, si espone al fuoco, sempre al disopra del vento che lancia la macchina, ove la temperatura ha la massima energia: con tale pratica, essi si fondono gradatamente, e gocciolano nel crogiuolo, rivestito da intonaco carburoso. Deve incumbere all' artefice il sollevare di tempo in tempo la massa disciolta, onde rimetterla in contatto col carbone rovente; poichè questo, nel sottrarre l'ossigeno (principio dissolvente), induce il ferro a coagularsi, senza raffreddamento. L'alimento alla fusione deve continuare fino a che la capienza del crogiuolo lo permetta, e più di ogni altro, sino a che la forza dell'artefice sia sufficiente pel trasporto, e pel ma-

neggio del massello sotto la macchina di percussione.

Un maglio del peso di 500, in 600 libbre, sostenuto validamente pe' suoi orecchioni, e posto in azione mediante un opportuno apparecchio idraulico, è l'ordigno che si destina a scaricare de' colpi sul massello. Sotto il battimento sfuggono le parti liquide (provenienti da un residuo di *latteruolo*), ed anche le ultime gocce di ferro, che per la breve durata di contatto col disossidante, non possono perdere molto ossigeno, nè la fusibilità che questo loro comunica. Rivolgendo il metallo estuante con alternativa ne'due versi, si salda, si allunga, e prende una forma riquadrata. Il ribasso della temperatura, essendo di ostacolo al proseguimento del lavoro, si riporta la barra abbozzata al fuoco, per restituirle il calore, ch' esige l'ulteriore manodopera.

Riscaldata la barra si sommette dinuovo al maglio, che l'allunga di vantaggio, e n' espelle con esattezza le parti ancora liquative. Si trasporta indi il metallo ad altra forgia, affinchè sotto le più deboli percussioni di un maglietto, se gli potessero accordare le dimensioni congruenti all'uso, a cui si destina.

Questo è in succinto il procedimento di raffinare, le distinte manovre poi devono corrispondere alla condizione della ferraccia. Per la grana bianca, fa mestiere conservarle un contatto costante col combustibile, e difendere la massa in bagno dai colpi del vento. Per la grana bigia, fuso il metallo, bisogna esporlo alla corrente dell' aria, per ottenere la giusta affluenza delle sostanze a sublimare. Relativamente alla grana nera in fine, riesce malagevole il privarla di grafite: sempre ve ne rimane dopo il raffinamento, qualunque sia stata la maniera ideata per vibrare il vento sul bagno, e ad onta del maggiore dilatamento, e

della minore profondità ne' crogiuoli. Il cumolo delle indicate modificazioni si presta, per sottrarre il carbonio dalla superficie del massello; lo stato pastoso però impedisce all' aria di penetrare, e di diffondere anche nell' interno la sua attività. A tale ostacolo, gli Stiriani riducono preliminarmente le loro ferracce nere in tenui laminette, coll' ajuto della fusione, e di un pronto raffreddamento della superficie del bagno (che si eccita a riprese); ed in seguito esponendo eglino ciascuna lamina alla bocca del vento (nelle forge opportune), pervengono a privarla quasi di tutto il carbonio, che l' ossigeno, e la temperatura trasformano in acido aeriforme.

147. Il ferro raffinato è malleabile, restio alla fusione, insuscettivo di tempera, e si può ripiegare più volte nello stesso sito senza che si spezzi: assume inoltre un colore grigio chiaro sotto della lima, ed un forte magnetismo al contatto della calamita.

148. Nel frangere una spranga di ferro, si palesa, o un aggregato di granelli, o un tessuto fibroso, o un misto delle due varietà. Si considera, per l' ordinario, che il ferro fibroso sia il più resistente: ma il giudizio è inesatto. Le fibre e la grana si danno a volontà allo stesso pezzo: acquistano le fibre tutt' i ferri duttili forgiati a freddo: si dà poi la grana agli stessi ferri, con arroventarli, e con raffreddarli dopo, senza percussione.

In parecchie circostanze il tessuto fibroso diminuisce la tenacità: come succede nella manovra della filiera, che sotto il tiramento, formandosi delle fibre, producono esse la frattura del ferro.

149. I ferri raffinati meritano di essere classificati in molli, ed in duri. I primi sono quelli, che contengono estesamente i caratteri descritti (§. 147), che l'a-

cido nitrico risolve con macchie bianche, e che s'impiegano con vantaggio nella fabbricazione delle canne a fucile. I ferri duri d'altronde ri ravvisano, per la difficoltà di lavorarli a caldo, a freddo, ed alla lima, per la inflessibilità che ad essi comunica la tempera, e per esser più liquativi. Sono dovute al grafite le suddette disposizioni: che perciò, alla prova dell'acido, si presenta la parte carburosa, insolubile, e con macchie opache; ed il saggio dimostra che il ferro duro si approssima all'acciajo.

150. Il fosforo, il solfo, ed i semimetalli, che accidentalmente possa comprendere nella sua massa il ferro di fusione, rendono inesatto il raffinamento, e viziosi i prodotti.

151. Il fosforo, nello stato esclusivo di acido perfetto abbandona il ferro, e si accoppia alla base calcarea: ma l'ossido di fosforo, ed anche l'acido fosforoso ineriscono sempre al metallo. Alterato il ferro da un tale combustibile, è fragile a freddo, si scinde cioè, nel percuotere in fallo una sua spranga. Anche l'ossigeno, ed i vetri terrosi valgono ad insinuare localmente il mentovato difetto: questo però accaderebbe per l'incuria, non per la difficoltà nel raffinare.

Il ferro fosforoso, spezzato, palesa delle lame turchinicce, ed un aggregato di granelli lucidi e bianchi. Questa interna disposizione di parti ne manifesta a chiare note la debolezza. Esso è però malleabile a caldo più che il ferro molle; e la facilità con cui si lavora ha indotto i maestri di forgia ad utilizzarlo nella fabbricazione di quegli oggetti, che non devono sostenere nè peso, nè urto.

152. M. Dufaud maestro di forgia in Francia rinvenne il mezzo da distruggere la fragilità de' ferri fosforosi. Espose egli in un forno a riverbero, ravvi-

vato dalla fiamma del carbon fossile, il metallo a purificare con la 30ma parte del suo peso di carbonato calcareo, ed osservò: che le attività, della fiamma, e della corrente di aria ebbero vigore di calcinare il carbonato, e di trasformare in acido il fosforo: e che la combinazione dell' acido alla terra (§. 151) spogliava il ferro dalla nociva combinazione.

153. Il solfo al contrario, e l'arsenico impediscono di forgiare, o di saldare il ferro: che in tal caso si dichiara per frangibile a caldo.

Tra i ferri difettosi ad alta temperatura, ve ne sono di quelli, che le percosse risolvono in minuti frammenti, e di altri che si fendono soltanto nelle piegature: tutti però a freddo sono dotati di una stabile connessione, e quasi trovano compenso al difetto, che in essi suscita l'eccessivo calore.

154. Conchiudiamo per l'esposto, che occorrendo sperimentare il ferro raffinato deve la prova eseguirsi a caldo, a freddo, e coll' acido nitrico: ed essendo esso melleabile quando è rovente, tenace a bassa temperatura, e gocciolato con marche bianche dall' acido nitrico, dà segni evidenti di una buona qualità.

155. Il ferro al massimo carburoso costituisce l'acciajo. Maneggiato l'acciajo a caldo, ed a freddo, si modifica come il ferro, ne differisce soltanto: per la fusibilità che gli comunica il carbonio: per la durezza che prende sotto la tempera, valida a tagliare fossili tenacissimi: e per una elasticità che lo rende atto ad essere conservatore delle forze. Essendone il tessuto fibroso prima della tempera, questa eseguita, resta granelloso, e la grandezza de' granelli ha rapporto con la durata del raffreddamento. Accalorata perciò una verga di acciajo, temperata nell' acqua per una delle sue estremità, e fattavi una sezione longitudinale, si ve-

dranno de' grossi granelli corrispondere alla parte immersa, ed il diametro in essi decrescere con gradazione fino all' estremo opposto della verga, raffreddato più lentamente.

156. Vi sono per le arti, e per gli altri usi della società 3 specie di acciajo, cioè *naturale* o di forgia, di *cementazione*, e *fuso*.

Raffinando il ferro colato di grana bigia in un modo conducente a munire il metallo di molto carbonio, si ritirano dal maglietto de' quadrelli di acciajo naturale. L' assorbimento del carbonio non succede mai al completo, ne proviene quindi un acciajo poco liquativo ed imperfetto, ma ben condizionato per la fabbricazione degli utensilii relativi alle arti, ed alla coltura de' terreni; poichè, dovendosi all' oggetto saldare l'acciajo sul ferro, può il primo sostenere in massa, anzichè fondersi, il vigore della temperatura.

L'inconveniente positivo per queste preparazioni carburose consiste nella difforme distribuzione del carbonio.

157. Mettendo poi delle verghe di ferro forgiato, divise da densi strati di carbone polverizzato, in casse di argilla (coperte dallo stesso materiale), ed esponendole in un forno estuante, il carbonio vi resta inalterabile (§.12), ed il metallo, dilatando i pori, assorbisce insensibilmente del carbonio, che lo trasforma in acciajo. Scorso un tempo regolato dall' esperienza, potendosi supporre effettuato il cambiamento, l' artefice estrae una verga di prova, la tempera, e la spezza. Se la sezione esterni l'aggregato di soli granelli, rimarrà appagato l' intento, e si avrà, per cementazione, il ferro commutato in acciajo; se poi vi si distingua nel mezzo un nocciuolo fibroso, il carbonio combinato non sarà al punto di saturazione.

Sotto la comentazione de' ferri, i quadrelli rimangono in più siti lacerati. Dipende ciò dall' ossigeno esistente nel metallo, che si combina col carbonio, e col calorico: il gas che ne risulta (ch'è il principale agente nella polvere da guerra), essendo sommamente elastico, squarcia il solido ostacolo al suo dilatamento.

158. Tanto l' acciajo di forgia, che l' altro di cementazione spesso si fondono; e si destinano, o fusi soltanto, o fusi e battuti a formare degli oggetti, che richiedono taglio finissimo, e perfetta pulitura. L'acciajo fuso si ricava benanche dalla forgia direttamente: esso però conserva le stesse imperfezioni dell' acciajo naturale (§.156),

159. Cercandosi di dare una tempera uniforme a varii pezzi di acciajo, per impiegarli utilmente nella fabbricazione di qualche macchina dilicata, conduce l'arroventare i suddetti pezzi in un metallo sciolto, come nell' arsenico o nell' antimonio; senza tema che se ne vizii la qualità. La tempera uniforme richiede lo stesso grado di accaloramento, e l' immersione in un freddo liquore a costante temperatura; la prima condizione, che sarebbe la più difficile a conseguirsi, si ottiene, procedendo nel modo indicato; attesochè i metalli in bagno conservano sempre lo stesso calore, e di questo una maggiore affluenza opera il fenomeno della sublimazione.

160. Qualunque acciajo, mettendosi più volte al fuoco, vi perde gradatamente il carbonio, e si ripristina in ferro.

ARTICOLO V.

Rame.

161. Il rame è un metallo rossiccio, e duttile a segno, da dilatarsi in sottilissime lamine sotto dello *strettojo*. Essendo puro, la rottura presenta delle fibre corte, setose, e splendide; in combinazione poi ad altri metalli, esse si risolvono in granelli: laonde il frangimento di un pezzo a saggiare abilita il fonditore a scorgerne la qualità.

162. Gli acidi nitrico e carbonico vi esercitano una fervida azione. Il rame, disciolto nell'acido nitrico, si trasforma in nitrato di rame, sale molto caustico, ed effervescente: la sua combinazione poi coll' acido carbonico si tinge in azzurro, e presenta della *malachite*, o sia del carbonato di rame. Anche al contatto atmosferico assorbisce l' acido carbonico che vi si contiene, e dopo moltissimo tempo comincia a palesare il colore azzurro, che tuttora osserviamo nelle statue, e nelle antiche monete.

163. Si rinviene per lo più il rame nelle montagne a strati sotto tetto di *ardesia*, e quasi sempre mineralizzato dal solfo: difatti sono le piriti di rame, anche mescolate con ferro, i più ovvii minerali, che le suddette montagne forniscono. In alcune miniere i solfuri di rame sono accoppiati all'argento, e questa lega nativa esibisce un colore grigio, detta perciò miniera di *argento grigio*.

164. Il rame è suscettivo di ossidazione al pari che altri metalli: l' ossigeno combinato gli dà il colore verde, e lo rende nocivo alla vita animale. Abbenchè fosse considerevole la forza che lo determina per l' ossi-

no, devono pure preferirsi il ferro, e lo stagno: non avendo il rame vigore bastevole a decomporre l'acqua, come i detti metalli. Su tale differenza di affinità è fondata la pratica di correggere il rame viziato da metalli estranei.

165. Le piriti in questione, estraendosi in massa con terre, ferro, arsenico, antimonio, e piombo, devono subire un apparecchio, tendente ad utili produzioni. Premessa all'oggetto la laveria, per liberare i solfuri dall'aggregazione delle terre, si fa ad essa succedere la torrefazione. Alcuni minatori e fonditori rendono 7 in 8 volte lo stesso minerale torrido. Sono eglino convinti, che coll' affluenza atmosferica, e con temperatura elevata, il solfo l'arsenico e l'antimonio devono sublimare, trasformarsi in acidi, generare de' sali, appartarsi in fine per quanto l'energia dell'operazione lo permetta.

166. Quando la miniera dà prodotti misti di argento e di rame, serve il piombo in qualità di amalgama. Fuso il minerale di argento grigio, vi si getta del piombo: questo si attacca all'argento, ed il rame resta isolato. Nelle coppelle poi o casse di argilla, alla fervenza di un forno a riverbero, il piombo si ossida, ed abbandona l'argento; e quindi l'esercizio successivo dell'affinità elettiva si presta opportunamente.

167. Il rame entra nel commercio in rosette, in pani, in iscudi di Svezia, ed in lamine.

Le rosette sono delle masse che si staccano dal rame liquido, per l'applicazione di un bagno freddo. Esse nella loro rottura presentano de' granelli, e quindi il metallo non possiede le proprietà esatte, che gli potrebbero convenire (§. 161.).

I pani provengono all'ordinario dalle fusioni eseguite per averne delle lamine; ed a causa di una cat-

tiva depurazione, non potendosi conseguire lo scopo, si modellano i suddetti pani per altri usi della società. La loro rottura comincia ad esternare il tessuto fibroso.

Gli scudi di Svezia si distinguono con caratteri approssimanti a quelli de' pani,

Le lamine poi si tirano allo strettojo. Il metallo che le compone è molto duttile e puro: il tessuto n'è perfettamente setoso. Le lamine intanto non si devono rifondere, ma destinarle esclusivamente per oggetti di tenui pareti: mentre, riportandole al crogiuolo, la manodopera, ed il calo di fabbricazione non riscuoterebbero compenso.

168. Al rame impuro si fa subire il raffinamento, che deve tendere, non solo a segregare un residuo di ferro di piombo e di stagno, ma a sottrarne parimente l' ossigeno, che ne promove la rigidezza.

Per soddisfare al primo scopo, si fonde la massa a raffinare in un forno a riverbero, ed indi si spande sul suolo alla libera corrente di aria; con ciò i metalli più ossidabili assorbiscono l' ossigeno, si staccano dalla massa, assumono l' aspetto terroso, e galleggiano nel liquido. Vi si getta in seguito della sabbia (fusibile al contatto degli ossidi), e si aumenta il fuoco, per operarne lo scioglimento. Estraendosi infine il latteruolo, in esso rimangono involti que' metalli che alteravano le proprietà del rame.

Ad ottenere il secondo degli oggetti proposti, si getta nel bagno del carbone in frammenti, onde dissossidare la superficie del metallo; e dopo, questo si agita con pertica di legno verde, la quale, bruciando, eccita un effervescenza valida a disturbare l'assettamento delle molecole, ed a menare alla superficie quelle tra esse ancora ossidate, che si coprono con nuo-

vo carbone. Una tale pratica deve continuare fino a che il rame, migliorato già di condizione, non soffrirebbe che il solo calo, emergente dall'esposizione della sua massa liquida al forte accaloramento.

169. Esiste ancora nel commercio un rame prodotto dalla lega di parecchi fossili, detto del Perù, disadatto a secondare con buon effetto le manovre di raffinamento.

Per la difficile depurazione del rame così condizionato, si regola dapprima la temperatura del forno in modo, da operare la semplice torrefazione, con la quale si dissipano in parte il solfo ed i metalli volatili, e di questi se ne ossida il rimanente. A misura che diminuisce la fusibilità delle masse, s'invigorisce il fuoco, per promovere vie più l' ossidazione di quelle sostanze che ne sono propense: ed indi con calore violento si porta il metallo alla fusione. Disciolto il materiale, vi si getta della sabbia, che, di unita agli ossidi, forma il latteruolo, e produce una sensibile depurazione. La stessa manovra si replica sino a che i pani si possano totalmente raffinare col metodo antecedente.

ARTICOLO VI.

Stagno.

170. Lo stagno è un metallo bianco, brillante, leggiero, e flessibile: allorchè si piega, scricchiola, ed aumenta lo strepito con la sua purità. Si fonde agevolmente; ed esposto liquido alla corrente atmosferica s'imbeve di ossigeno, si cambia in ossido grigio, e per gradi si trasforma in polvere bianca (distinta col nome di potassa di stagno), ch'è atta a pulire i vetri, i metalli, ed altri corpi duri. In tale stato ripiglia a stento la lucidezza metallica.

171. Manifesta una rimarchovole affinità pel solfo, decomponendo per via secca i solfati di potassa e di soda: il solfo però ne altera la fusibilità.

Mettendo al fuoco, in un crogiuolo, del solfo, e dell' ossido di stagno in parti eguali, avrà luogo un competente sviluppo di acido solforoso; ed al termine dell' operazione, resterà nel recipiente una massa a colore dell' oro, chiamata dagli alchimisti oro mosaico, e conosciuta per un ossido di stagno solforato, che cristallizza in lamine *esaedre*.

172. Gli acidi, nitrico, e muriatico esercitano in preferenza su di esso una vigorosa azione. Combinato lo stagno ad ambedue gli acidi, dà il suo salnitro muriatico sopraossigenato, che tinge in colore porporino, ed accoppiato alla cocciniglia, ed alla gomma alacca ravviva il colore scarlatto.

173. Entra lo stagno in lega con altri metalli, e si presta per diversi oggetti: col mercurio riflette la luce dagli specchi: con le lamine di ferro (in una lega superficiale) produce la latta: vetrificato poi coll'

ossido di piombo, e con la sabbia somministra la vernice per la majolica: si combina ancora coll' arsenico, rame, zinco, e bismuto, dalle quali sostanze riceve sempre rigidezza ed imperfezione.

174. Lo stagno, a temperatura elevata volatilizza, e sperimenta un sensibile calo; ne riesce perciò difficoltoso il raffinamento. Nell' obbligo di eseguirlo, si riscalda il metallo in vasi chiusi, ed a tale grado di calore, da segregare le materie estranee nella condizione di ossidi: circostanza, ch' esige di rinnovare l'aria interrottamente, anche per dare sfogo a qualche nociva sostanza sublimata.

175. Tutto lo stagno del commercio è di 3 specie: 1.° lo stagno che fornisce l' India: 2.° quello che proviene dalle fonderie di Europa: 3.° quello che si destina per le manifatture.

Lo stagno che si trasporta da Banca, e da Malacca (specificato nel commercio per istagno a cappello) è nel perfetto stato di depurazione; trovasi ingombrato soltanto da un ossido grigio, cagionato dal lungo soggiorno su i legni da trasporto.

I prodotti delle fonderie di Europa si modellano in grosse verghe. Sotto i mezzi di analisi palesano del rame, da potersi valutare per $1/2$ libbra sopra 1000, e dell' arsenico, equivalente ad $1/_{500}$; e perciò non mancano del giusto grado di duttilità.

All'infuori del bismuto, del rame, e dello zinco che può contenere lo stagno, si permette ai lavoratori di combinarvi 0,07 di piombo, ch' eglino aumentano fino a 0,25. Perchè la lega col piombo risulta frangibile, e malagevole ridonda il raffinamento dello stagno (§. 174), bisogna quindi rigettare quello modificato per uso delle manifatture.

176. Onde ravvisare la lega dello stagno col piom-

bo si adoperano, l'analisi per via umida, ed il metodo delle gravità specifiche.

1° » Disciogliendo il pezzo di saggio coll' acido nitrico, lo stagno si ossida, e precipita sotto l' aspetto di polvere bianca. Decantato il vaso, e lavata la potassa di stagno, si congiungono alle acque madri quelle di laveria; dando poi luogo all' evaporazione a siccità, e dissipando l' acido a fuoco vielento, si ottiene il piombo ossidato, che si conteneva nella massa di analisi.

2,° » Si modella una palla di stagno puro, ed altre di stagno combinato con 0,01; 0,02; 0,03 ecc. di piombo. Stabilito ciò una volta, quando si tratta di sperimentare una specie di stagno, se ne fonde una palla eguale in volume alle prime; ed il peso di questa, riferito a quelli di norma, fa giudicare con qualche precisione sul rapporto de' componenti della lega.

ARTICOLO VII.

Bronzo.

177. Un cannone che fosse di rame, o di stagno, ad un primo fuoco, resterebbe curvo, deformato, e fuori servizio: la combinazione però di tali metalli vale a congiungere alla giusta tenacità quella durezza, ch'è tanto necessaria nell'uso. Lo stagno, insinuandosi nei pori del rame, ne consolida la massa; ma producendovi quasi una tensione di fibre, ne ribassa gradatamente la coesione. Se dunque la dose dello stagno ecceda, si avrà senza dubbio una lega fragile: se manchi all'incontro dai limiti convenienti, sarà essa insufficiente a cancellare dal rame la suscettibilità delle impronte. Dalle sperienze si doveva ripetere il ritrovato del più esatto rapporto, onde conciliare il massimo de' vantaggi, analogamente agli sforzi che sostengono le armi. Secondo Monge, questo rapporto è di 10: 1 tra il rame e lo stagno; ed è quello generalmente adottato.

178. La Martilliere intanto, nell'esporre i risultamenti delle prove straordinarie e comparative, eseguite in Dovai nel 1786 fa scorgere chiaramente, che una diminuzione di stagno appresterebbe delle conseguenze più congruenti. In effetti, inspezionandosi le tavole relative ai suddetti saggi, vi si osserva in generale, e per tutt'i calibri, che sotto le leghe proposte dai fratelli Poitevin, distinte con parti di stagno 8; 8, 3; 9, 4 sopra 100 di rame, le bocche a fuoco furono meno deformate, in comparazione della costante lega di 100: 11 tra il rame e lo stagno. La Martilliere, dopo di avere calcolata la spesa enorme per tali saggi, conchiude a ragione.

» Tutti questi sacrificii sono ancora in pura perdi-
» ta; giacchè le verità, preziose per la loro impor-
» tanza, che queste prove straordinarie han fatto co-
» noscere, non hanno ancora ricevuto alcuna felice
» applicazione. »

Non si omise in tali saggi di minorare oltremodo lo stagno della lega; ma questa s'inutilizzò sotto delle prime scariche.

179. Le circostanze prescrivono alle volte di profittare delle campane, il metallo delle quali ha i suoi ingredienti nella proporzione di 4:1: composizione sonora, dura, e fragile. Il fonditore, intanto, ne deve prima indagare il rapporto, ed indi procedere alla correzione.

180. I metodi consueti sono, l'analisi per via umida, e l'immersione del metallo in un liquido.

1°. » Esponendo la massa di saggio alla forza dissolvente dell'acido nitrico, stemperato nell'acqua, l'acido si combina col rame (§. 162), e lo stagno si ossida, e precipita. Dopo ciò, con la totale evaporazione dell'acqua madre, e col dissipamento dell'acido, si raccoglie il rame, e si valutano le dosi de' componenti.

2.° » Si tuffa nell'acqua un bronco della lega metallica di noto peso, e di questo se ne esplora la diminuzione nel liquido. Sapendosi d'altronde che nel rame assoluto l'acqua distrugge di peso $\frac{1}{a}$, e nello stagno $\frac{1}{m}$, si può produrre la seguente formola.

Sia P il peso del metallo di saggio, e p la parte distrutta sotto dell'immersione: si chiami x il rame in lega, la dose dello stagno avrà per espressione $P-x$, e le

rispettive perdite nel liquido saranno $\frac{x}{a}$, e $\frac{P-x}{m}$: laonde

$$\frac{x}{a}+\frac{P-x}{m}=p\text{, ed}$$

$$x=\frac{amp-aP}{m-a}$$

Il difetto di questo metodo è noto. Si suppone che il volume del composto pareggi la somma de' volumi de'componenti. (*Nota* 3. *par.* 2.)

181. In forza delle analisi esibite, scorta la relazione tra i metalli in lega, essa si rettifica; ad oggetto di munire la massa di tenacità, e di durezza (§. 123), e di utilizzarla quindi pe' bisogni delle fonderie.

Supponiamo pertanto che il risultamento analittico avesse esibito il rapporto di 4:1, succederà che in 100 libbre di bronzo ve ne saranno 80 di rame, e 20 di stagno, per essere questi numeri nell' indicata ragione: ma la lega ordinaria per le artiglierie esige che 20 libbre di stagno sieno accoppiate a 200 libbre di rame (§. 177); bisognano quindi 120 libbre di rame per ogni 100 di bronzo. Per esprimere poi il tutto con formola generale

Il rapporto tra il rame e lo stagno, nel bronzo delle campane sia $m:n$. Si denoti per x la dose di rame esistente in 100 parti di bronzo, l' altra y di stagno sarà $100-x$; e quindi

$$x:100-x=m:n\text{, ed}$$

$$x=\frac{100m}{n+m}$$

$$y=\frac{100n}{n+m}$$

In quanto alla correzione da eseguire esprima $m':n'$ la convenevole relazione per la lega delle fonderie, e sia z il rame d' aggiungere per ogni 100 parti di bronzo difettoso. Sarà conducente all' uopo la seguente analogìa.

$$\frac{100m}{n+m} + z : \frac{100n}{m+n} = m' : n', \text{ e}$$

$$z = \frac{100}{n'} \left[\frac{nm' - mn'}{n+m} \right]$$

182. Sul progetto di estrarre dal bronzo delle campane il solo rame, v' influisce l' ossidazione in un forno a riverbero; giacchè l' oggetto della questione sarebbe quello di raffinare il rame fortemente viziato da un metallo estraneo più ossidabile (§. 168). Lo stagno in tal caso si dissipa in pura perdita.

Sezione II.

Bocche a fuoco in generale, e parti costitutive di esse.

ARTICOLO VIII.

Pezzi di Artiglieria.

183. Le scoperte fortuite si migliorano col tempo, specialmente nelle arti, per le quali deve precedere il progresso delle scienze ad esse relative. Se l'azzardo disvelò gli effetti della polvere da guerra, ed indusse quindi à fabbricare delle armi per operarla: le vantaggiose modificazioni sull' agente e sulle macchine vi si sono apportate dopo che le scienze naturali, ben corredate di mezzi, han diretto le pratiche degli abili artefici.

Abbenchè l'ignoranza, come un retaggio delle barbare invasioni, fosse stata di un lungo ostacolo al miglioramento delle artiglierie, pure instigati i popoli dall' idea di preponderare nelle offese, han fatto de' tentativi, in tutte le epoche, molto superiori alle deboli risorse, che offerivano le loro conoscenze; in modo che sovente si riproducono le antiche consuetudini, come le più utili, e non si manca alle volte di presentarle con aspetto di novità,

184. L'invenzione delle bocche a fuoco è molto incerta. Sembra che per l' Asia l'epoca ne sia più remota. Si rileva da alcune relazioni del monaco Andrea d' Aquire, dirette al suo amico Pietro de Roxas, che

fin dall'anno 85 della nostra era, i Cinesi possedevano le polvere, e gli ordigni da operarla; e ch' egli intanto aveva osservato in alcuni vecchi cannoni di ferro e di rame il nome del Re Vitey, come inventore, e l'uso che ne fece contro i Tartari del Pegù. Per l' Europa poi, l' opinione più accreditata si è, che il monaco tedesco Bertoldo Schuartz fece conoscere il partito che si poteva trarre dalla polvere per gli usi della guerra: e che nel 1280, o secondo il parere di altri nel 1330 comparvero le prime artiglierie, le quali spaventavano più per lo scoppio, che per gli effetti.

185. L'insufficienza del rame in rapporto ad un servizio durevole, e la difficoltà di connettere, delle solide barre di ferro, si opponevano direttamente alla produzione di un numero soddisfacente di bocche a fuoco. Ma, allorchè si tentò d' impiegarvi il ferro colato, ed il bronzo, l'aumento oltrepassò qualunque limite, e la circostanza manifestò il dovere di reprimere alquanto le arbitrarie fabbricazioni, per l'uniformità nelle armi, e nelle manovre. Furono pubblicate quindi le prime ordinanze formali, in Francia, decretate da Carlo IX a Blois nel 1572: e da tal'epoca, l' adozione di una norma, servì a sistemare le artiglierie, ed aprì il campo agli sperimenti; ond'esplorare in esse quella configurazione, valevole a conciliare la durata, l' esattezza de' tiri, e l' efficacia delle percosse contro argini consistenti. I metodi sanciti, per altro, non possedevano precisione alcuna, e ben divergevano dai bisogni, relativi alle diverse circostanze di attacco: più di tutto, la moltiplicità de' calibri diffondeva confusione negli approvisionamenti, e le dimensioni alterate rendevano difficoltose le manovre.

186. De Valiere, nel 1732, ristrinse il numero de'

calibri (modificazione provocata da Vauban), ma trascurò l' alleviamento del peso : oggetto interessantissimo, e ch' esige delle disposizioni ausiliarie anche nelle macchine da trasporto (*Nota4. par.2*). Ed in effetti, per la guerra di campagna, le marce, le pronte evoluzioni, le cariche contro il nemico in rotta, le ritirate, ed altre operazioni decisive sono tutte subordinate alla mobilità delle artiglierie.

Gli Svedesi furono i primi a presentare nelle fazioni campali de' cannoni leggieri, distribuiti per battaglioni; e ne sperimentarono immantanente delle giovevoli conseguenze. Le armate si trovavano alquanto libere ne'loro movimenti, ed in qualunque improvviso rincontro erano superiori ne' mezzi di offesa. Le altre Potenze belligeranti seguirono lo stesso sistema, per equilibrare nella speditezza le manovre ostili, e si venne con ciò, a propagare una generale innovazione nella tattica; atteso che i cannoni mischiati nelle linee, influivano con possanza sul modo di combattere.

187. Il Re di Prussia adottò i pezzi alla svedese nella guerra del 1741, e venne in questo imitato da'suoi nemici. I Francesi si opposero sulle prime : ma, dopo la campagna del 1741, il Re di Prussia consigliò loro di uniformarsi al sistema svedese, manifestando i vantaggi che ne aveva conseguito. In qualunque evento, però, i cannoni di parco, oltremodo gravosi, decidevano nel campo, ed era indispensabile di attaccarli al seguito delle armate.

188. Il Re di Prussia, e gli Austriaci, non arrestarono l' intrapresa ai soli cannoni delle linee : ben si avvidero, che la grande mobilità di questi non era compatibile col peso enorme della rimanente artiglieria, con la quale si dovevano le armate equipaggiare. Alleggerirono dunque le masse ne' calibri superiori a quelli di

reggimento, senza avventurarne l'esito, ma rimettendolo ad accurati saggi, che furono eseguiti in Berlino, ed in Vienna. Sulle differenze de' risultamenti, che furono congruenti colla varietà de' dati, si modellarono le ordinanze. I Prussiani determinarono, che per ciascun pezzo di campagna, la lunghezza, dalla *fascia alta di culatta* al vivo della bocca, fosse di 14 calibri, ed accordarono ad ogni pezzo un peso 100 volte maggiore di quello della palla: in Germania poi, si portò la lunghezza suddetta a 16 calibri, ed a 120, per ogni libbra di palla, il peso dell' arme. Con tal espediente, gli Austriaci ed i Prussiani segregarono onninamente l'artiglieria di campagna da quella bisognevole per gli assedii, e per le difese delle piazze; e le loro armate, agevolate nelle manovre, acquistarono un attività idonea a prevenire l'inimico nelle sue intraprese.

189. Abbenchè il Maresciallo Broglie, in Francia, avesse cercato di modificare i cannoni di parco, pure la sua idea era ben remota dal proscriverli. Gribeauval d' altronde, convinto de' buoni effetti dell'artiglieria leggiera, addetta esclusivamente alla guerra di campagna (come i fatti lo avevano contestato nell' armata austriaca, che abbandonava), ne propose l'adozione sotto la guarentia degli sperimenti, che si eseguirono in Strasbourg nel 1764. Ma, sia per la reazione nel ledere de' sistemi inveterati, sia per la ripugnanza nell' ammettere delle consuetudini estranee, si suscitò nel corpo di artiglieria quello stesso spirito di dissensione, che agitava già le scuole de' *peripatetici*; poichè si procurò diligentemente d' illudere con sofismi, e di rendere interessanti delle frivole questioni.

Qualunque fosse stato il motivo dell' oposizione al progetto di Gribeauval, non sembra esso ben giustificato, se si considerino le risorse annesse ad un equi-

paggio di campagna, spedito al trasporto ed alla manovra; e se si bilancino le conseguenze del *vento* ristretto, in quanto alla durata delle armi, ed all'esattezza de' tiri.

I pregiudizii in ultimo furono repressi, il bene del servizio prevalse, ed in Francia (come altrove) si fabbricò un artiglieria pe' soli bisogni di campagna; accordando ai cannoni, la lunghezza di 18 calibri, ed il peso di 150 libbre, per ciascuna libbra di palla. Gli oppositori abbandonarono con dispiacenza gli antichi pezzi, da' quali ripetevano delle lunghe portate; ad onta che nè meno questo preteso vantaggio svaniva con la riforma, mercè la riduzione del vento.

190. Le armi in questione sono i cannoni, i mortari, e gli obici.

Gli antichi cannoni di ferro forgiato si modellavano in 3 maniere: alcuni di essi consistevano in un tronco conico, con la base minore alla culatta: altri risultavano da 2 cilindri, de'quali, il più grande di diametro formava la volata: ed i terzi finalmente presentavano 2 cilindri eguali, congiunti ad angolo retto, onde caricare uno di essi, nel mettere l'altro in azione. Tutt' i cannoni però erano privi di *orecchioni*, e si dovevano fissare sugli affusti con capi, o con solide legature di ferro.

191. La scoperta preziosa degli orecchioni s'ignora: nè questa oscurità (quasi generale negli annali dell'arte militare) deve sorprendere, se si rifletta: che le conoscenze si trasmettevano a stento per la deficienza della stampa; e che, dopo la sua invenzione, i popoli erano affatto alieni dall'accordare caratteri durevoli a materie estranee agli usi della vita civile. Collado, scrittore del 1592, parla degli orecchioni, pre-

scrivendone le dimensioni ed il sito, senza dare altro ragguaglio opportuno.

192. Si deve al genio di Montecucoli la rettificazione delle artiglierie; e bisogna convenire, che sulle orme di questo sublime Uffiziale, si è pervenuto a profittare degli sperimenti in modo, che i cannoni, ad onta dell' imperfezione della teoria, sono condizionati in limiti tanto soddisfacenti, da far quasi negligere delle ulteriori indagini su di essi.

193. Ne' cannoni moderni, il corpo è un tronco conico, con un vano cilindrico detto *anima*, che si dedestina ad accogliere la carica. Le sole variazioni che palesa il tronco, sono: un risalto alla culatta per dirigere la mira: ed un rinforzo a tromba alla bocca, per sostenere gl' impulsi delle palle, in tal sito di massima energia, ed al minimo contrabbilanciati. Nel prolungamento della base maggiore vi è un bottone sferoidale, che somministra appoggio nelle manovre; e perciò concatenato alla fascia di culatta per mezzo di un rinforzo, anche di forma conica. Il cannone inoltre è munito degli orecchioni, che sono 2 cilindri quadrati, necessarii ad incastrarlo sull' affusto; e sovente ha 2 manichetti al centro di gravità, ad oggetto di sospendere l' arme nell' esecuzione de' travagli. Conchiudiamo dunque che le parti costitutive di un cannone sono, il tronco, l' anima, gli orecchioni, il bottone, i rinforzi ne' siti convenienti, ed anche i manichetti accidentalmente.

194. Tra le armi, di cui si servono gli altiglieri, si annoverano i mortari: ordigni utili per gli assedii, e per le difese delle piazze e delle coste. La ricerca della loro invenzione induce anche nello smarrimento, per la circostanza, che tutte le bocche a fuoco venivano confuse col nome di *bombarde*.

Agricola, scrittore del 1556, il primo forse che ci abbia lasciato qualche monumento cronologico opportuno, così si esprime.

» Quello che con man si tira, nel corpo di un sol
» si ficca : la saetta ancora, o sia mandata via con
» arco, o con balestra, o con zagaglia fa il medesimo;
» ma la palla di ferro della bombarda, spinta fuori
» per aria può trapassare molti corpi; e marmo niu-
» no, o sasso è così duro, ch' essa col suo colpo, e
» con la sua forza non infranga e spezzi. Per la qual
» cosa essa atterra, spiana le altissime torri, e le ben
» grosse e sode mura fende, rompe, e fracassa; si-
» chè le balestre che tirano i sassi, e gli arieti ed
« altri vecchi strumenti da guerra, posti a petto
» delle bombarde, non par che abbiano gran forza.
» Le quali bombarde, perchè fuori mandano orribili
» spaventosi suoni e rimbombi, non altrimenti, che
» se tuoni fossero, si mostrano; di loro escono fuori
» ardentissime, chiare, e balenanti fiamme, come di
» veraci baleni; ed ogni ben saldo edifizio travagliano,
» rovinano, e spianano: il fuoco mandano fuori, e
» fanno varii abbruciamenti, non altrimenti che il
» cader delle saette. » Soggiunge poi » Ma perchè
» quelle bombarde che tener si possono in mano det-
» te comunemente archibusi » ecc:

Malthus asserisce intanto che nel 1610 un certo Clernel presentò al Duca di Alberstat una macchina approssimante al mortaro, per projettare de' fuochi. Ma nello squarcio di Agricola, anche si parla di macchine disposte a promovere degli abbruciamenti, confuse nella classe delle bombarde.

Si legge con maggiore distinzione nell'opera di Gautier, che un abitante di Uanlo, nel 1388, appiccò fuoco alla suddetta città, col mezzo di una bomba di

artificio, da lui immaginata per offerire un piacevole spettacolo: e gli storici ollandesi riferiscono, che prima della citata epoca, un ingegniere italiano si era abbruciato a Berg-op-zoom, praticando delle sperienze all'oggetto.

195. Il mortaro è un arme corta, l'anima di cui si fornisce di considerevole diametro, corrispondente però al globo che slancia. Serba esso nel fondo un vano più ristretto, nel quale, racchiudendosi la carica in più regolari limiti, l'accensione ha una durata più spedita, e più uniforme. A quest' arme vanno applicati gli orecchioni, ed un manichetto. In succinto dunque, le parti di un mortaro sono, l'anima, la camera, gli orecchioni, ed il manichetto.

Nelle costruzioni francesi dell' anno 11, gli orecchioni furono, con avvedutezza, rimpiazzati da una placca sottoposta al mortaro, e fusa con esso in massa: modificazione utilissima, tanto per la conservazione del pezzo, quanto per la semplicità e per la solida condizione dell' affusto.

196. Gli obici finalmente sono di più recente invenzione, suggerita dal bisogno di accoppiare nella stess' arme i vantaggi riuniti de' cannoni e de' mortari; affinchè, profittandosi de' tiri quasi curvilinei contro de' trinceramenti, si potesse agire egualmente in qualunque altro genere di guerra. Ed in effetti: nell' attacco delle piazze, gli obici sgombrano i rami del cammino coperto, e ne rovesciano le palizzate: l'assediato dal suo canto se ne serve utilmente contro degli approcci: nelle battaglie s' impiegano ad espugnare le linee, ed i villaggi fortificati; e ne' campi aperti si dirigono sulle colonne, nelle quali, la granata fa strage significante, pe'numerosi rimbalzi, e per le schegge di esplosione: che se a breve distanza le armate

misurino le loro forze, le scariche di mitraglie saranno affatto distruttive.

Le cronache militari attribuiscono la scoperta degli obici all' ingegniere francese Renaud Ville, il quale si servì del suo ritrovato all' assedio di Ostenda del 1602.

197. Si presenta l'arme sotto una lunghezza media tra il cannone, ed il mortaro: è munita di bottone, di manichetti, e di orecchioni, come il primo; e possiede la camera, come il secondo.

198. Tutte le bocche a fuoco in generale hanno un piccolo forame alla culatta, detto *lumiera*, che si presta per l'infiammazione della carica.

ARTICOLO IX.

Discussioni su i calibri, e sul vento.

199. Il diametro del globo che slancia una bocca da fuoco, e che serve di modulo nelle attuali costruzioni, si dice generalmente calibro. In quanto ai cannoni, essendo piene le loro palle, ed i pesi di queste proporzionali ai cubi de' raggi, sotto costante gravità specifica, si può indistintamente (come si usa) al diametro sostituire il peso; anche per le spedita valutazione de' carichi, e per conformarsi alla classificaziozione delle antiche armi da getto, la quale era regolata su i pesi, che le suddette armi potevano scagliare.

200. Sorprende il riflettere, come ne' primi tempi si avessero potuto fabbricare delle bocche a fuoco, da esigere un positivo sforzo di arte, e di mezzi. Si rileva al proposito da' viaggi di Villamont, che nel castello del Gran Cairo di Babilonia vi esisteva un can-

none, pel trasporto di cui vi bisognavano 250 cavalli. Nell' assedio di Rodi, i Turchi posero in azione alcuni cannoni, che projettavano delle palle di 10 piedi di circonferenza. Nell' assedio di Malta del 1565, avevano i Turchi 50 doppii cannoni (§. 190) che lanciavano globi di 80 libbre. Marsiglia, assediata dal Contestabile Borbone, racchiudeva nella sua cinta un cannone del calibro da 100. A questi si potrebbero aggiungere moltissimi altri esempii, tendenti tutti a comprovare la proposta asserzione.

Non vi era però insussistenza nel motivo, che obbligava le armate a tanto operare; mentre prima che la polvere avesse acquistato il grado di vigore, al quale è pervenuta, le palle agivano con debolissime projezioni: era dunque necessario l' ingrandimento de' calibri, per supplire con la massa del mobile alla deficienza dell' opportuna velocità.

201. Secondo l' avviso di Malthus, i Francesi nel 1638 adottarono i cannoni da 24, e da 12, assicurati prima, che il recesso iniziale (§. 108) in essi non conturbava la direzione de'tiri. Gautier, scrittore del 1692 rapporta l' adozione del calibro da 36, per l' apertura delle brecce.

202. Le ordinanze di Carlo IX. (§. 185), ed altre posteriori, non riguardarono come oggetto interessante la determinazione de' calibri. L' esercizio della guerra pose in chiaro l' importanza di vincolare anche in questo il capriccio de' fonditori; ed indusse quindi a sceglierne un numero semplicissimo, atto però a soddisfare a tutte le intraprese della guerra.

La riduzione de' calibri in Francia, si operò da De Valiere nel 1732 (§ 186) ed essa fu sancita da ordinanze: con le quali si prefissero pe' cannoni, i calibri

seguenti , 24, 16, 12, 8, 4, per gli obici il solo calibro da 8 , e pe' mortari , quelli da 12, e da 8 .

Ma perchè spesso , nell' esecuzione de' progetti si manifestano degl' inconvenienti, che sfuggono alle diligenti previdenze; perciò , anche ne' calibri Gribeauval introdusse qualche modificazione , che doveva per necessità succedere alla prima scelta di essi.

203. Si vide , che all' obice da 8 per il servizio di un' intiera compagna, non se gli poteva proporzionare un affusto valido a resistere sotto le violenti scariche; e che d'altronde ne riusciva difficile il maneggio, e n'era arduo il trasporto per istrade ineguali , o paludose. Se ne bilanciarono gli effetti con quelli di un altro, del calibro da 6 , e non si trovò una differenza di rilievo nè circe le portate , nè circa le quantità delle schegge sotto lo scoppio delle granate: essa però onninamente svaniva in comparazione dell' agevolamento , ch' è lo scopo principale , nel corredare di mezzi un' armata attiva. Ad esempio dunque delle Potenze limitrofe , nella riforma del 1765 , s' introdusse l' obice da 6 negli equipaggi di campagna , e l' obice da 8 si conservò per la guerra esclusiva delle piazze.

I Francesi, nell' anno 11 , diminuirono ancora il calibro dell' obice di campagna. La riduzione fu dettata dal bisogno di moltiplicare quest' arme onde profittare de' suoi vantaggiosissimi effetti. Il calibro ideato fu di 5,pol: 7,lin: 2,pun: identico al diametro dell' anima del cannone da 24.

204. I mortari da 12 si trovarono anche imperfetti. Nella campagna del 1741 si ottenne da essi un servizio di breve durata , con ispecialità nel bombardare la cittadella di Tournai , ed i castelli di Fribourg , e di Namur. Delle sperienze posteriori ne confermarono l' insufficienza.

Si tentò sulle prime di corroborare le pareti de'suddetti mortari, per non rinunciare alle percosse distruttive contro degli edifizii militari: ma si scorse, che la lega metallica non poteva sostenere la poderosa esplosione di 12 libbre di polvere, senza degradarsi.

Si decise in seguito di ribassare il calibro dell'arme, in modo da riunire alla portata di 1200 tese (necessaria per battere le piazze di deposito) la durata di servizio, e de' buoni effetti contro le macchine nemiche. Gribeauval preferì il calibro da 10; poichè con 7 libbre circa di polvere adempiva all'enunciato tiro, ed era suscettivo di sostenere il triplo di quelle scariche, che avevano reso inutili i mortari da 12, a dimensioni rinforzate.

205. Interessa intanto di fare al proposito le seguenti riflessioni.

1.° L'esperienza degli assedii ha dimostrato costantemente, che il cannone da 24 con efficacia rovescia a corti intervalli de' solidi parapetti, e rimbalza da lontano le nemiche difese; e che un calibro ad esso superiore, senza offendere in proporzione, disordina le operazioni di attacco, rallenta i trasporti, ed esige un aumento di vetture analogo al peso delle munizioni: che produce a buon conto imbarazzo, spesa straordinaria, e consumo esorbitante di polvere.

2.° » Abbenchè le ordinanze dell'anno 11 avessero escluso il calibro da 16, pure nello scrutinio sembra esso preferibile a quello da 24 per la difesa delle piazze, riguardandosi: la tenacità de' parapetti che coprono le trincee, da cedere a più deboli percosse: il bisogno di cambiare spesso l'ordine delle difese, per preservarle, e per eludere i disegni dell'aggressore: la risorsa in fine che promette un discreto risparmio

di munizioni da guerra, relativamente alla durata della resistenza.

3° » Le permanenti fortificazioni si muniscono sempre di opere distaccate, tanto per fiancheggiare, o per acquistare un rovescio sugli approcci (se le circostanze locali lo permettono), quanto per forzare l' assediante ad intraprendere la lontano i suoi lavori. I mentovati oggetti richiedono in dette opere lo stabilimento di un artiglieria più agibile: vi si destina quindi il cannone da 12, lungo a segno, da non danneggiare le *gote* delle cannoniere.

4° » Un buon preparativo di trinceramenti, nelle battaglie, non si può, senza perdita considerevole, superare a viva forza. In tali occorrenze (dovendosi infiacchire gli ostacoli, prima d' intraprendere l' assalto) si è sperimentato opportuno lo stesso pezzo da 12: limitato però in lunghezza, sulle norme che si prescrivono per le costruzioni di campagna.

5° » Fa mestiere di equipaggiare benanche le armate con cannoni inferiori per calibro a quello da 12, onde bersagliare con sveltezza la truppa nemica, e meglio secondare le evoluzioni delle linee, particolarmente nelle cariche, e nelle ritirate. Le ordinanze del 1732, e quelle del 1765 di accordo fissano all'uopo i calibri da 8, e da 4. Ma nell'anno 11 si avvertì, che la tàttica escludeva i pezzi addetti ai battaglioni (ai quali si doveva per necessità assegnare un basso calibro); e che si poteva col cannone da 6 supplire a quelli da 8, e da 4, e rendere in tal modo il servizio più regolare.

6° » I cannoni sulle coste sono stabili nelle rispettive posizioni: una palla d' altronde di maggior diametro cagiona sempre de' danni meno riparabili ne' legni di navigazione, ed una soprabbondanza di schegge

distruttiva per gli equipaggi. A tal effetto l'armamento delle coste si fa ordinariamente con cannoni da 33 e da 36.

7° » Per la guerra di montagna l'uso de' cannoni non sembra plausibile (a), recando spesso distrubo, anzichè utile contro delle truppe leggiere disperse per sentieri scabrosi. In tutt' i casi però, il calibro deve corrispondere al peso dell'arme, e questo deve stabilirsi a norma de' mezzi di trasporto, analoghi alle circostanze locali.

8° » In rapporto agli obici, ed ai mortari, abbiamo di già esaminato le qualità de' calibri, che possono ad essi convenire, per la parte che prendono nell'attuale sistema di guerreggiare (§.§.203. 204).

206. Il diametro dell' anima di un pezzo eccede sempre quello del mobile, che ne specifica il calibro: la loro differenza costituisce il *vento*, che ha meritato in tutte le epoche un severo scrutinio, per l'influenza che ha sulla durata delle armi, e sul tiro.

207. Prendiamo in analisi la necessità del vento, e

(a) *La guerre des montagnes est (si l'on veut nous passer cette expression) la partie poëtiqne de l'art de la guerre. Les forces physiques y sont continuellement exercées, et les forces morales n'y sont moins exaltées. Si l'air qu'on respire dans ces hautes regions raffermît les nerfs, donne au corps plus d'agilité, les idees sont aussi plus nettes, l'esprit est plus fecond en ressources, le courage est toujours audacieux; les mouvemens sont prompts, les actions decisives, tout est vif, brillant, et rapide (Dumas : precis des evenem: militair: tom:* 1, *an.* 1799).

le conseguenze ch' esso produce; onde ritrarne de'dati, che ci potessero abilitare ad un giudizio su quanto si è praticato all' oggetto.

Dovendo un arme accogliere nel suo vano il globo da projettare riesce indispensabile lo stabilire un divario tra i loro diametri: tanto più, che le palle fabbricate con ferro grezzo, non sono suscettive di una buona pulitura, qualunque sia l'energia, con la quale operino le macchine di *ribattimento*. Il ferro inoltre, particolarmente di fusione, conserva una rimarchevole affinità per l'ossigeno (§. 138.), e la loro reciproca combinazione ha sempre palesato ai fisici un sensibile incremento di volume; di modo che non tralascia l' ossigeno di apportare delle progressive variazioni ai diametri de' projettili.

208. Le considerazioni esposte sono generali per tutte le bocche a fuoco. Per le artiglierie di assedio e di difesa poi: le palle, perchè disposte in piramidi ne' piani delle batterie (prescindendo dalle maggiori scabrosità relative, proporzionali alle superficie, o ai quadrati de' diametri), trovansi dominate dall' ossigeno, ed a portata di coprirsi con incrostature terrose, difficili a segregarsi. Per la difesa delle coste, ai divisati incidenti, si accoppia il bisogno di arroventare le palle; operazione, che le metterebbe tutte fuori calibro, se l' espansione del calore non fomentasse il distacco delle parti molto ossidate, e per questo munite di poca adesione.

I motivi addotti dimostrano ad evidenza la necessità di accordare un vento alle artiglierie, sempre maggiore ne' pezzi di assedio e di difesa, massimo poi in quelli che s'impiegano sulle coste.

209. Passiamo ora ad indagare le conseguenze del vento.

La polvere di carica sotto dell'accensione sviluppa una corrente di fluido, la quale, incontrando un vano quasi anulare tra le pareti dell'arme e la palla, vi affluisce precipitosamente; e così, per un disquilibrio di resistenza, tutt' i filetti deviano dalla primitiva direzione. Succede dunque: che una parte del fluido, proporzionale al vento, sfugge in pura perdita: che la risultante della corrente passa al disopra del centro della palla, con diminuzione di effetto: e che il mobile, animato da una forza obbliqua al suo appoggio, deve rimbalzare, e prendere quindi una direzione affatto eventuale. In breve analisi, il vento debilita la velocità di projezione, favorisce la distruzione dell'arme, ed è il fomite dell' incertezza de' tiri.

210. Ond'esibire alle conseguenze dedotte ulteriore schiarimento, riflettiamo.

1° » Che la massima velocità, per una carica assegnata, si ottiene, allorchè tutti gli elementi attivi s' imbattano nell' ostacolo da incalzare, e che di essi la risultante si diriga pel centro di gravità del globo: ma il vento, frastornando questi successi, ribassa gli effetti, analogamente alla sua grandezza.

2°» Coll'esistenza del vento, affluendo la risultante del motore sopra il centro della palla, essa si decompone, ed una delle componenti comprime la palla suddetta contro del metallo, che la sostiene (*Nota* 5. *par.* 2): questo d'altronde, reso più duttile dal calorico, che circola pe' suoi meati, cede, ed assume la impronta, obbligatovi anche dallo sforzo del cuneo elastico, o sia della parte di fluido che sfugge superiormente: l'altra componente in fine, sollecitando il mobile per la direzione dell' asse, obbliqua alla flessione che si produce nelle pareti, astringe al rimbalzo, in vigore di una seconda decomposizione.

3° » Egli è puramente ipotetico, che il vento laterale risulti bipartito; laonde le pressioni, ivi esercitate dai filetti elastici che sfuggono, non si bilanciano a vicenda: investito quindi il globo dalla differenza delle loro azioni, ch'è in mezzana concorrenza con le spinte dirette, deve ne' suoi rimbalzi abbandonare la direzione dell'asse, e comporre le forze che lo incitano insiemente:

A misura dunque che il vento è maggiore, la risultante del fluido motore più si discosta dal centro del globo, la sua energia soffre minore impedimento, la velocità del mobile decresce, la componente che tormenta l'appogio aumenta nell'intensità, il cuneo elastico acquista rigoglio, i rimbalzi si rendono più attivi, le impronte nel metallo decise, l'arme deformata, ed i tiri, sconcertati nella loro direzione, vanno affidati all'evento.

Conseguenze tanto perniciose inducono a ristringere il vento tra' limiti di puro bisogno; in modo che ogni accrescimento indebito debba riguardarsi qual evasamento, propenso a mettere il pezzo fuori servizio.

211. La norma che seguì De Valiere, nel regolare il vento, fu quella di proporzionare alle radici cubiche de' numeri compresi nella scala de' calibri, tanto i diametri delle palle, quanto gli altri appartenenti alle anime de' cannoni: e questo fu anche il principio adottato nel costruire il compasso di proporzione. Su tale dato, conoscendosi il diametro da competere ad una palla di sperimentato peso, ed il suo vento, si perviene, con semplici analogie, a stabilire tutti gli altri diametri, che si devono accordare alle palle, ed alle anime de' cannoni, a tenore della classificazione de' calibri.

212. Gribeauval abrogò il canone enunciato. Egli portò indistintamente ad una linea il vento de' pezzi di battaglia, facendo valere la circostanza, che le palle del suddetto equipaggio vengono ben custodite, e non sono quindi soggette alle sensibili variazioni. Il vento poi che stabilì pe'calibri superiori fu di 1 1/2 linea, per le ragioni addotte (§. 210). Una tale riduzione mentre non pregiudica all'esecuzione delle cariche, reca degli importanti vantaggi, che le conseguenze del vento fanno abbastanza discernere.

Vi è intanto chi opina, che il vento proporzionale al calibro debba preservare con preferenza le armi, e dichiara quindi poco giovevole la modificazione appportatavi da Gribeauval. Ma la disparità di pareri, quasi generale ne' prolemi di artiglieria, può, non in questa, in altre discussioni bensì dimostrare, che la teoria non possiede ancora mezzi sufficienti, da farci operare a ragion veduta.

213. Finalmente è da riflettersi, che per l'imprendimento malagevole di pulire il ferro grezzo, e per la fermezza con cui i cannoni di questo metallo si rifiutano alle impressioni, le ordinanze ammettono per essi una linea di tolleranza sul vento; nel mentre che assegnano 3 soli punti per quelli di bronzo.

ARTICOLO X.

Discussione sulle lunghezze delle anime.

214. Il problema sulle lunghezze delle anime è stato il più agitato nell' artiglieria, ed il meno risoluto. Si sono fatti de' rimarchevoli sacrificii, in tutte le epoche, per giungere allo scopo; ma giammai si è trionfato degli ostacoli. La teoria, e le sperienze, non essendo state giustamente dirette, hanno sempre confuso ed inviluppato; anzichè chiarire, e distrigare. Dati efimeri, stabiliti il più delle volte: difficoltà quasi insuperabili nel valutare la serie delle vibrazioni del fluido agente: resistenze, attriti, vento, sfogo di lumiera, ed una folla di assurdi pareri, hanno costantemente contrariato il buon esito della ricerca.

Egli è fuori dubbio, che il quesito toccherebbe al presente i limiti di una regolare approssimazione, se i ricercatori, sceveri da opinioni, e dediti allo scoprimento della verità, avessero unanimamente subordinato le loro idee alle tracce indicate dalle sperienze, e dal raziocinio: al contrario, abusando de' mezzi, e spargendo illusioni, ciascuno ha dimostrato di stare a vantaggio la lunghezza di suo piacimento. Il servizio intanto, leso in tal parte, scuote di continuo l' oscitanza, e fa ben distinguere, nelle occorrenze, gli inconvenienti, che una teoria imperfetta, non emendata da un buon sistema di saggi, trasmette nelle pratiche di sua dipendenza.

215. Si pensò sulle prime di proporzionare la massima carica ad un cannone di arbitraria lunghezza: riuscì però facile il convincersi, che il problema esigeva l' inversa enunciazione, tanto pel calcolo delle prov-

viste, e per l'uniformità nelle armi, quanto per la guarentia delle offese esiziali. E certamente, posta la carica come quesito, può essa ridondare debole oltremodo, e può per accidente sorpassare i giusti termini, con biasimevole consumo di polvere, e con le velocità nelle palle, atte a conturbare l'equilibrio del mezzo resistente, e da questo in conseguenza rapidamente ritardate.

Gli sperimenti fatti in Turino nel 1746 annunziarono, che per l'efficacia degli effetti: ne'grossi cannoni, il rapporto tra la carica, ed il peso della palla doveva essere di 1: 3: ne'piccoli calibri poi doveva ingrandirsi, fino a proporzionare 1 : 2. Questa è la retta norma, che può servire di guida nell'investigazione, anche perchè concilia le durate, delle armi e de' rivestimenti.

216. Assodata la condizione del problema, occupiamoci della risoluzione.

Si è sempre preteso che la più vantaggiosa lunghezza relativa alle anime de' cannoni fosse quella, che, sotto la carica assegnata, desse la massima portata: laonde tutt' i tentativi, han riguardato la comparazione de' tiri, per una scala di lunghezze, a calibro ed a carica, costanti.

Robins nelle sue prove impiegò cannoni di 16, 22, e 60 calibri; ed a cariche eguali rinvenne, che i cannoni più lunghi projettavano i globi con maggiore velocità. D' Arcy ne' suoi saggi si servì di cannoni di 90, 110, e 132 calibri, ed anche con cariche piccolissime, il risultamento fu favorevole pe'più lunghi pezzi. Hutton scelse all' uopo 4 lunghezze, cioè di 15, 20, 30, e 40 calibri, ed ottenne de'successi agli altri uniformi. Villantroys vi ragiona nel seguente modo » Egli è eviden-
» te, che aumentando la lunghezza dell' arme fino a
» che la pressione dell' agente pareggi la resistenza che

» l' aria oppone al mobile, questo sarà accelerato nel-
» la sua marcia ». Passa indi ad asserire, che gli incrementi delle portate sieno proporzionali alle radici quinte delle lunghezze che si accordino alle anime de' pezzi.

Muller d' altronde ci palesa, che il colonnello Armstrongs, nel 1736, alle scuole di Woolwich, sperimentò con 16 libbre di polvere 5 pezzi da 24, costanti nel peso, e differenti per le sole lunghezze delle anime; e che quello lungo 9 piedi inglesi dette più lunghi tiri relativamente agli altri di piedi 8 $1/2$, 9 $1/2$, 10, 10 $1/2$. Soggiunge lo stesso autore, che il generale Williamson, al 1745, nell' isola di Minorica, eseguì delle sperienze più decisive; giacchè pose in paragone 2 cannoni di ferro del calibro da 18, lunghi 11, e 9 piedi inglesi, e trovò più vantaggiose le portate del cannone corto, sotto differenti cariche ed elevazioni.

La Martilliere intanto, profittando de' saggi inglesi riferiti da Muller, e di altri, prodotti da Lombard nella scuola di Auxonne, al 1786, cerca dimostrare, che l' anima di 81 pollici pe' cannoni da 24, in rapporto alla carica stabilita (§.215), sia quella, che dia delle portate di massima latitudine. Ma, senza riguardare nè il rigore del suo ragionamento, nè l' influenza delle sperienze di Auxonne nella discussione attuale (*Nota* 6. *par.* 2), bisogna convenire che il principio de' suoi argomenti è solidamente fondato; e che se non ci conduce a dirimere la quistione, dipende ciò dalla difficoltà di accompagnare, con vedute meccaniche, l'agente elastico ne' suoi sviluppi, e nel suo dilatamento. Secondo la Martilliere, le spinte del fluido contro del mobile devono continuare, sino a che le loro velocità si uguaglino; poichè negli istanti consecutivi, la velocità del fluido decresce, ed il mobile, proseguendo il

corso con la medesima energia, si sottrae dalla sfera di attività del suddetto motore.

Senza brigarci da vantaggio delle enunciate discordanze sopra sperimenti, e pareri, vediamo quali sono le risorse che ci promettono le portate massime.

1.° » Il fallimento de' tiri, se ripete la sua sorgente dal vento (§. 200), viene esso secondato dalla lontananza dello scopo a ferire. Gli assi ottici, in tal caso, sono sempre vacillanti, e per una riflessione languida che non fa ben distinguere, e per una rifrazione efficace, che discosta la mira dal punto a bersagliare. Il movimento d'altronde, debilitandosi per lunghi spazii, espone la palla in balia delle deviazioni, che possono emergere dall'irregolarità del terreno in cui s'imbatte, e dal dominio che, sotto il rallentamento, acquistano su di essa le fluttuazioni dell'atmosfera.

2.° » Circa il vigore delle percosse; la velocità di partenza non produce effetti analoghi alla sua intensità, essendo in proporzione, di molto superiore la forza che ad essa fa argine.

3.° » Non sono le circostanze degli attacchi che obbligano a bersagliare vagamente da lontano, difatti: le prime batterie, negli assedii, disvelano i loro fuochi a 300 tese, ed anche a minore intervallo, riputandosi di poca efficacia queste prime offese: i difensori devono reagire alla medesima distanza: nelle battaglie, un vano rimbombo di artiglieria incoraggia il nemico, e distrugge le munizioni a segno, da sperimentarne deficienza ne' momenti di fervore: sulle coste poi, il *rollio*, ed il *tangheggio* delle navi richiedono una precisione di punteria, incompatibile con le estese visuali.

4.° » Subordinando la lunghezza del cannone al massimo tiro, potrebbe esso soggiacere a tutti quegli inconvenienti, che hanno indotto spesso a dichiararlo po-

co giovevole negli affari di guerra ; cioè al peso strabocchevole, al difficile maneggio, al forte dispendio di fabbricazione , èd alla breve durata.

Tutte le volte dunque che la carica corrisponda alle mire, bisognerà rinunciare all'utile apparente della portata massima , e rivolgere ad oggetti più interessanti le indagini.

217. Ne' cannoni di campagna , le lunghezze delle anime . dovrebbero essere conseguenze de' pesi idonei a guarentire la speditezza delle manovre. Se inconcusso è il principio di non moltiplicare le artiglierie (ad onta de' suoi poderosi effetti) per l' imbarazzo nelle marce, e per l' ardua impresa di trainarle per aspre contrade ; le cure diligenti perciò, nell'utilizzarle maggiormente , devono sempre tendere alla diminuzione degli ostacoli per l' agevole conducimento. Si ravvisa quindi la superiorità di un armata , spalleggiata da cannoni leggieri : si presenta essa formidabile in qualunque posizione, brava i difficili sentieri , con pochi mezzi supera gli inciampi , ed ha sempre in azione delle armi distruttive , da disporne a piacimento , e con tutto successo. Gli Austriaci , ed i Prussiani sopra queste vedute , ridussero le lunghezze de' cannoni di battaglia a 16 , ed a 14 calibri (§.188).

218. Il peso di un arme non emerge solo dalla lunghezza , ma ancora dalle doppiezze di metallo ; le quali, sperimentate una volta con la carica da guerra, non ammettono alterazione, sull' idea di corroborarle : avvertendo , che quasi sempre la degradazione interna , ed il traviamento de' tiri dichiarano il pezzo inutile , prima di esternarsi il minimo indizio di lesione.

219. Data dunque la scala delle doppiezze, ed esprimendo BD l' asse del cannone (*Fig.* 15) , la retta AC si troverà assegnata di posizione , e BM di grandezza.

Si denoti intanto con b il raggio della sezione nel sito della lumiera (sègnato in figura da NQ) , con x la lunghezza dell' anima QD, con a la retta QM, e con r il raggio dell' anima RD. Si chiami inoltre ν il volume complesso degli orecchioni , de'manichetti, del bottone , de'rinforzi , e della massa di culatta prodotta dal rivolgimento di $ABQN$. Sieno in fine p il peso della palla, π il rapporto della circonferenza al diametro , ed n il coefficente di p onde uguagliare il peso dell' arme , analogamente alla regolare mobilità.

Essendo il valore di CD in simboli $\frac{b(a-x)}{a}$, il volume del tronco conico , generato da $NQDC$, terrà per espressione

$$\left[\pi b^2 + \frac{\pi b^2}{a^2}(a-x)^2 + \frac{\pi b^2}{a}(a-x)\right]\frac{x}{3}:$$

sottraendone il vano dell'anima $= \pi r^2 x$, sarà il volume del cannone, a partire dalla sezione alla lumiera , fatta perpendicolare all' asse $=$

$$\left[\pi b^2 + \frac{\pi b^2}{a^2}(a-x)^2 + \frac{\pi b^2}{a}(a-x)\right]\frac{x}{3} - \pi r^2 x:$$

ed in ultimo, aggiungendo il volume ν, e valutando per 620 libbre il peso di un piede cubico di bronzo , si avrà

$$np = 620\left[\frac{\pi b^2 x}{3} + \frac{\pi b^2 x}{3a^2}(a-x)^2 + \frac{\pi b^2 x}{3a}(a-x) - \pi r^2 x + \nu\right]$$

equazione , che darà il valore dell' x uniforme all' intento.

220. In Francia, le ordinanze del 1732 accordarono 114 pollici alle anime de'cannoni da 24, e 110 alle altre da 16, forse per azzardo, o pure per ottenere de'lunghi tiri, e la conservazione de' rivestimenti nelle cannoniere. Le o-

dinanze del 1765 non produssero cambiamento in questo, riguardando benanche come principale scopo l'allontanamento de' suddetti rivestimenti dal soffio delle esplosioni. Ma coll' esercizio degli assedii e delle difese, si vide la debole resistenza di tali pezzi sotto le replicate scariche; e le armate non vennero che poco soccorse dalla grossa artiglieria, il breve servizio di cui la faceva sovente mancare ne' momenti decisivi.

Non poteva diversamente accadere; poichè se le grosse palle tendono ad accelerare il deterioramento delle armi, con quanta efficacia dovranno concorrervi tutte le volte, che una maggiore lunghezza si pari ai rimbalzi, e che una distanza più rimarchevole dagli appoggi li avvalori? Non deve sorprendere dunque, se col prescritto negl' indicati regolamenti, dopo pochi tiri, si manifestavano evasamenti, sensibili incurvature, e la necessità quindi di abbandonare i pezzi, o di rimpiazzarli nelle batterie con elaborate e perigliose manovre.

221. Si fecero delle prove in Douai al 1786, le quali confermarono l' insufficienza de' cannoni di assedio e di difesa; laonde il Governo, onde promovere gli opportuni miglioramenti, ne sospese la fusione. Questa poi fu riprodotta per l' imponente circostanza di armamento contro delle Potenze collegate.

222. Posteriormente l' armata de' Pirenei, e quella del Reno e della Mosella rinnovarono i clamori; e sebbene non furono immediati i provvedimenti, pure nell' anno 11 si sancì la fabbricazione de' pezzi corti da 24, come più disposti a sostenere il lungo tormento nella guerra delle piazze.

Non esistono particolari sperienze per sostenere a fronte delle opposizioni i limiti di questa corta arti-

glieria : sembra però ch' essa ben concilii la durata delle armi con quella de' rivestimenti.

223. Per istabilire con discernimento le lunghezze in questione, si dovrebbe intraprendere un corso di saggi regolato dalle seguenti vedute : che la resistenza de' cannoni esige il raccorciamento delle loro anime fino al punto di non ledere i buoni effetti : che la stabile disposizione degli argini alle gote delle cannoniere richiede una lunghezza al massimo protratta.

Rimettendo a questi dati la risoluzione del problema, perchè essi sono in opposizione, l'esperienza dovrebbe decidervi dopo dispendiosi e replicati tentativi, diretti sempre a diminuire gl' inconvenienti, che non si possono mai distruggere : ma se con ingegnosi ritrovati si pervenga a sottrarre i rivestimenti dal pernicioso dominio delle esplosioni (oggetto sempre secondario) si spianerebbe qualunque ostacolo all' utile ricerca. Con gli affusti di difesa progettati da Gribeauval si preservano le basse cannoniere degli argini difensivi dall' influenza delle esplosioni. In quanto ai parapetti di assedio, si potrebbe forse con lamine di ferro coprire la parte del rivestimento più esposta alla compressione ed alle fiamme ; e ridurre quindi l' attuale investigazione alla sola durata de'cannoni, connessa alla giusta efficacia delle percosse : scopo di facile conseguimento, e di pregevoli effetti.

224. Negli obici e ne' mortari l' estensione de'tiri si ripete soprattutto dagli angoli, che i loro assi possono ricevere sull' orizzonte. Questa considera zione ha fatto sempre negligere l' esame per la conoscenza delle più idonee lunghezze ; le quali sono state molto limitate, per evitare i battimenti de' globi contro delle armi, fecondi di sinistre conseguenze. Le granate, perchè prive di anelletti, e perciò disadatte a rigare l' in-

terno inviluppo degli obici, permettono a questi una lunghezza media tra i mortari ed i cannoni: ma nè anche su di ciò è stata consultata l'esperienza, per l'assegnamento di una norma.

ARTICOLO XI.

Discussione sulle camere.

225. Un vano in fondo dell'anima, di un minore diametro, e destinato ad accogliere la carica, si chiama *camera* in artiglieria.

Essendo incontrastabile che un globo venga projettato vigorosamente, allorchè si procuri con industria di accelerare la combustione della polvere, o di frenare da vicino l'espansione delle sostanze elastiche; perciò le camere, che si prestano in generale per tali conseguimenti, meritano una particolare analisi, da non trascurarsi nè anche in mezzo alle tenebre delle opinioni.

224. La prima quistione che il soggetto presenta si è quella di scorgere se tutte le armi da fuoco esigono un tale preparativo per ravvivare le cariche, o pure ne sia poco commendevole l'adozione in alcune specie di esse.

Conduce al proposito il riflettere, che le cariche ordinarie nelle armi lunghe acquistano delle altezze eguali circa ai diametri delle loro anime; e che con ciò l'accensione ha la stessa durata per tutti i versi. Una distinta differenza tra l'altezza ed il diametro della carica sarebbe difettosa; poichè produrrebbe, negli ultimi istanti dell'esplosione degli sviluppi di fluido molto più deboli de' primi.

Nel ristringere il vano della carica, si fomenta anco-

ra il tormento del pezzo ; sotto del quale , abbenchè la massa resti illesa , pure cede l' interna adesione metallica , che la lega rende proclive a deformarsi.

Finalmente il risalto all' origine della camera è molto soggetto al logoramento , ed esso , ne' lunghi pezzi, impedisce la pulitura del fondo , ed anche l'intasamento : condizioni necessarie per ben caricare.

227. Con tali dati , inspezionandosi le bocche da fuoco, l' uso delle camere non sembra plausibile ne' cannoni , e nelle canne a fucili : tanto più che l'agente, trovandosi obbligato a traversare delle lunghe anime , può con ispinte numerose meglio spiegare la sua energia , per la violenza delle projezioni. De Valiere stimò utili le camere ne' cannoni di grosso calibro, e le Blond stabilì un allungamento alla testa della scopetta , onde forbirle : ma Gribeauval , persuaso in contrario da sode ragioni , le abrogò nella riforma.

228. Circa i mortari , e gli obici , le camere si dimostrano indispensabili , consultando i motivi addotti (§. 226) : mentre necessita avvalorare con vivace esplosione quelle poche vibrazioni che mettono in movimento il mobile. Svanisce per tali armi la difficoltà di ricalcare le cariche , e l' altra di nettarne i vani ; e se inevitabile è la circostanza di frenare poderose pressioni , si rimedia a ciò in parte con la scelta di quella camera , che riunisse alle buone portate il minimo danneggiamento de' pezzi : ch' è lo scopo della seconda quistione.

229. Quante volte una superficie estesa inviluppa la massa di un fluido elastico , ne debilita essa gli effetti, per l' eguale distribuzione dello sforzo sopra tutti gli elementi che la compongono. L' effetto d' altronde di un fluido , nell' unità di tempo , aumenta in ragio-

ne del contatto, che gli presenta l'ostacolo da lanciare.

Questi principii evidenti ci conducono direttamente ad asserire, che la polvere produrrà efficacissime spinte sul mobile, allorchè la superficie totale della camera sia un minimo in rapporto alla capacità, ed un massimo il diametro dell' apertura.

230. Nell' indagine, devonsi escludere quelle forme, che presentano de' rientramenti, o delle convergenze verso l' imboccatura della camera: disposizioni sempre nocive, poichè ostano ad impellere il globo pienamente, ed attirano l' esercizio della forza ritardata a provocare da vantaggio la resistenza dell'arme. Riguardandosi la sola vivacità delle esplosioni, fa mestiere rifiutare anche in generale le configurazioni divergenti, le quali non sono dotate della minima superficie per rispetto alla capacità, e somministrano una serie decrescente di sforzi, a discapito della velocità del projettile. Pare in somma, che resti l' elezione limitata tra i cilindri, e la sfera.

231. Esaminando prima i cilindri retti, si scorge immantanente, che per una data capacità, l' equilatere serba la minima superficie. In comprova, chiamando y il lato del cilindro, ed x il raggio della base; sarà $\pi x^2 y = a^3$, solidità assegnata. La superficie totale intanto tiene per espressione;

$$2\pi x y + 2\pi x^2 = \frac{2a^3}{x} + 2\pi x^2$$

(nel sostituirvi il valore dell' y, che appresta la prima equazione): ed eguagliando a zero il differenziale, si avrà

$$-\frac{a^3}{x^2}+2\pi x=o;$$

e quindi

$$x^3=\frac{a^3}{2\pi},\text{ ed}$$

$$x=\frac{a}{\sqrt[3]{2\pi}}.$$

Sostituendo il valore dell' x nell' equazione primitiva, essa darà

$$\frac{\pi a^2 y}{\sqrt[3]{4\pi^2}}=a^3,\text{ o pure}$$

$$\frac{\pi y}{\sqrt[3]{4\pi^2}}=a,\text{ ed}$$

$$y=a\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}}=2x:$$

il cilindro retto dunque munito della minima superficie, possiede il lato eguale al diametro della base.

Prima che il maturo discernimento avesse contribuito alla scelta della forma idonea per le camere, veniva anche assegnata quella cilindrica; le dimensioni però non erano stabilite sul più utile rapporto: condizione, che distingue le ponderate adozioni dall' azzardo.

232. È la sfera che comprende la massima capacità sotto una data superficie, e quindi a preferenza richiamerebbe la nostra attenzione, se la sua metà potesse accogliere delle forti cariche, da operarle assolutamente per le difesa delle piazze marittime, o di deposito: ma accordando all' emisfero 7 pollici circa di diametro, con facilità si avverte, che il suo volu-

me non può contenere più di 3 $\frac{1}{2}$ libbre di polvere, dose insufficiente alle mire (§. 204). Nuoce il sostituire all' emisfero una porzione maggiore, incorrendosi ne'rientramenti; co'premessi dati perciò, la camera eligibile è quella che dà una mezza sfera sormontata da un cilindro equilatere, in dove la somma de' volumi corrisponda precisamente alla carica massima.

Il diametro comune alla sfera, ed al cilindro, e che a questo serve anche di altezza, si determina con semplice equazione: poichè, chiamando ν il volume dato, x il raggio, e π il solito rapporto della circonferenza al diametro; sarà $\frac{2}{3}\pi x^3$ il valore, in simboli, dell'emisfero, e $2\pi x^3$ quello da competere al cilindro: laonde

$$\frac{2}{3}\pi x^3 + 2\pi x^3 = \nu, \text{ ed}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{3\nu}{8\pi}}.$$

233. L'attuale discussione deve riguardare, con importanza, la durata delle armi (§. 228); non potendosi in recinti bloccati, rimpiazzare quelle che il fuoco rende inutili, con debilitamento di azione ne' periodi forse, in cui delle scariche accelerate obbligherebbero l' aggressore a desistere dalla sua intrapresa, o pure a sperimentare le conseguenze esiziali di un temerario coraggio. Accoppiando dunque il lungo servizio alla vivacità delle scariche, esaminiamo in fine quale vano sia il più atto all' uopo.

234. Il Maresciallo Gomer elesse per la camera del mortaro un tronco conico rovesciato, e pare, che questa forma sia la più analoga, in rapporto alle premesse condizioni. Di fatti, per la divergenza all' im-

boccatura: la libera uscita della colonna elastica risparmia tormento al pezzo, nel mentre che un contatto esteso col globo ne invigorisce gli effetti: l'azione successiva de' filetti fluidi contro delle pareti laterali, effettuandosi obbliquamente, preserva in parte l'esercizio della resistenza nel metallo, ed appresta, in forza di decomposizioni, una corrente ausiliaria per avvalorare le spinte dirette: ed in ultimo la suppressione del vento, per l'assettamento preciso del mobile, guarentisce l'esattezza delle portate, e le loro estensioni.

Di questo astratto ragionamento se ne conobbe il sano criterio, allorchè le sperienze comparative in Douai, nel 1786, tra 2 mortari da 8.a camere cilindriche, e 2 altri dello stesso calibro alla *gomer*, fecero ravvisare la superiorità delle portate in questi secondi, ed una resistenza oltremodo preponderante. Prescindendo dalla latitudine delle projezioni, dopo 600 tiri, i primi mortari avevano sofferto, alla bocca, gli evasamenti di 6¼, e 40 punti ne' diametri verticali, e 27, e 30 punti negli altri orizzontali: i secondi poi n'esibivano 17, e 6 ne'diametri verticali, ed 8, ed 8, 6 *primi* negli orizzontali. Lo stesso rapporto di degradazione esisteva nelle concorrenze delle parti cilindriche con le sferiche ne' primi, e delle coniche con le cilindriche ne' secondi.

235. Possiamo conchiudere in conformità dell' esposto: che, dipendendo lo slancio della bomba dallo sforzo primitivo della carica, le camere coniche ne' mortari secondano in un modo speciale le mire: che, negli obici, le suddette camere danno anche un pregevole servizio; tanto più che, mancando il vento, si possono a tali armi accordare delle lunghezze alquanto maggiori delle ordinarie: e che, in ogni mo-

do, un piccolo segmento sferico, congiunto alla sezione minore del cono, accelera i primi sviluppi del fluido elastico (motori effettivi nelle armi corte) senza recare un tormento valido a disordinare la lega del metallo. I Russi sperimentano, co' loro obici chiamati *licorni*, l'utile annesso alla camera così conformata.

ARTICOLO XII.

Discussione sulle rimanenti parti costitutive de'pezzi di artiglieria.

236. Ci resta, nell' attuale articolo, l' esame degli orecchioni, de' rinforzi ne' differenti siti delle armi, de'manichetti e della lumiera.

Apprestano gli orecchioni un servizio interessantissimo, prodotto dal bisogno di affidare il pezzo sull'affusto talmente, che vi potesse ricevere delle inclinazioni; e ragionevole quindi si dimostra la consuetudine di rigettare ogni bocca da fuoco, che sia stata mutilata in questa parte, tanto necessaria pel suo maneggio.

237. La tenacità del metallo, e lo sforzo di recesso ne' cannoni, han fatto risolvere, che per la consistenza degli orecchioni, i diametri e le lunghezze di essi devono pareggiare il diametro della palla, a cui è anche eguale la grossezza degli *aloni*. In tal guisa condizionati gli orecchioni, si rendono inalterabili sotto degl' impulsi, i quali si diffondono nell' appoggio, con eccitare tutti gli strati legnosi verticali allo stesso esercizio di resistenza. Il numero degli strati poi, riferito all' altezza, ed alla coesione dell' olmo stagionato, o della quercia, assicura sempre un servizio durevole.

238. Fin dall' epoca dell' invenzione si scorse il bisogno di stabilire l' asse degli orecchioni in avanti del centro di gravità del pezzo, onde ottenere una preponderanza di culatta valida a contrabbilanciare l'esplosione per la lumiera, ed i rimbalzi del mobile, che tendono insiememente a deprimere l' arme sull' affusto col fallimento de' tiri. La qualità della polvere migliorata, induce al presente ad allogare in maggiore prossimità della volata l' asse in quistione. Non conviene però avvalersi di una pratica arbitraria; poichè un carico superfluo ridonda di ostacolo al giuoco di punteria, ed impedisce che il pezzo si possa intromettere nella cannoniera in modo, che il rivestimento non venga danneggiato dal soffio delle esplosioni.

239. Dopo assidui scandagli la sperienza ha fatto scorgere la distanza che deve serbare l' asse degli orecchioni dalla fascia di culatta, per ciascun calibro; onde sovvertere l'equilibrio fino al punto, che la differenza de' momenti desse un sufficiente contrappeso ai rimbalzi, ed alla colonna fluida di lumiera, sotto la carica da guerra.

240. Fino ai tempi di Errard, scrittore del 1587, vi erano de' cannoni, ne' quali l' asse dell' anima s' incrociava con quello degli orecchioni: in seguito si stimò opportuno di applicare il secondo di questi assi ad una minore altezza. L' enunciata modificazione ebbe luogo dal riflettere: 1° che la risultante del motore, nell' afluire secondo l' asse del cannone, se trova ivi allogato il centro degli orecchioni, carica su di essi tutto lo sforzo; e che quando il suddetto centro è sottoposto alla linea di massima azione, si promove una rotazione, che decompone la forza, e la ripartisce tra la vite di punteria e gli stessi orecchioni, analogamente all' intervallo tra gli assi: 2° che la pres-

sione contro della detta vite appresta un nuovo argine agli effetti dell' esplosione per la lumiera, e de' rimbalzi: 3° che il pezzo acquista un' altezza maggiore, onde sia meglio coperto l' affusto dalle offese: 4° che il rinculo si diminuisce, non solo per le più deboli spinte contro della culatta, ma ancora per l' aumento dell' attrito sulla spianata, suscitato dalla rotazione.

241. Vano riesce intanto, con tale procedimento, il sottrare l' affusto dalla celere degradazione, ed il preservare il pezzo dall' incurvatura; giacchè qualunque deviamento di forza, utile per gli orecchioni, tormenta sempre la macchina che li sostiene: e l'impedimento alla rotazione, per un metallo fortemente accalorato, lo inflette sensibilmente. In vista di ciò, Texier de Norbec, ed altri, dichiarano nocivo l' abbassamento degli orecchioni. Eglino adducono in comprova, che quando il loro asse traversa la linea centrale del cannone, si può (come negli obici, e ne' mortari) procurare ad essi un lungo servizio, mediante solide basi; e queste d' altronde apportano all' arme un giusto assettamento tra gli aloni.

242. Le ordinanze del 1765 prescrivono pe' cannoni da 24 e da 16 mezzo modulo di divario tra le elevazioni degli assi in quistione, e per gli altri di battaglia $\frac{1}{12}$: assegnano quindi a questi ultimi pezzi de' rinforzi, onde corroborarli a fronte delle pressioni più vigorose.

243. Ordinariamente sul corpo del cannone si distinguono alcune modanature, che lo trasformano in tre coni troncati, ed interrompono la progressiva decrescenza delle doppiezze metalliche, quasichè l'andamento delle pressioni succedesse per salti, ed a riprese. Tutti quelli che hanno scrutato con severa analisi le

teorie di artiglieria opinano di accordo, che l' origine di tali rinforzi sia dovuta ad un capriccioso torniamento: convengono poi, che i fonditori li hanno sempre conservati scrupolosamente, nell' idea che avessero potuto nascondere qualche oggetto interessante, conosciuto dagli antichi, e smarrito nelle successive tradizioni.

144. Del tutto diversa però è l' idea che dobbiamo concepire de' rinforzi alla culatta, ed alla bocca del cannone: la loro importanza si manifesta con semplici riflessioni.

Il rinforzo di culatta unisce solidamente il bottone al corpo del pezzo: ed abbenchè l' apparenza escluda il bottone dal numero delle parti di assoluto bisogno, pure la falsa supposizione svanisce nell' avvertire, che agevola il foramento, che dà appoggio alle leve a ben manovrare, e che accresce il peso di culatta, da sostenere l' esplosione per la lumiera ed i rimbalzi, senza discostare troppo l' asse degli orecchioni dal centro di gravità dell' arme. Si potrebbe, allungando il bottone e caricandolo di massa, sovvertere ulteriormente l' equilibrio nel cannone, e meglio introdurre la sua volata nelle cannoniere; il sistema intanto renderebbe l' arme più grave, e produrrebbe un consumo maggiore di metallo: richiede quindi una disaminazione di conseguenze.

La' bocca del cannone, disposta a crepolarsi, e fortemente dominata dai battimenti delle palle, esige anch' essa un rinforzo. Ciascuna particella di metallo, allogata in tale estremità, fa argine alle percosse delle palle, alle pressioni del fluido, ad alla reazione del mezzo, per un' adesione più limitata, sotto la minima doppiezza; nel mentre che in tutti gli altri siti, ove gli scuotimenti sono meno poderosi, la coesione

prende nerbo dalla solida concatenazione delle pareti. A questo si aggiunge, che il pronto raffreddamento, a cui va soggetta l'estremità dell' arme, altera la lega, e ne disordina la ripartizione degl' ingredienti, a danno della tenacità. Per diffondere dunque un'equilibrio generale di reazione, conviene fortificare il lembo in questione con una corona di metallo, alla quale si dà per l' ordinario la forma di tromba.

245. Dovendosi la bocca da fuoco librare, nel sospenderla pe'manichetti, è indispensabile di eccedere in vigilanza, onde essi abbiano la giusta situazione, e la debita solidità. Per l' assettamento preciso, fa mestiere, che il peso totale resti bipartito dal piano ideale, perpendicolare all' asse, e protratto per la metà de' manichetti: il secondo scopo poi si adempie con dare loro quella doppiezza, che posta in consenso coll' adesione metallica, impedisca al corpo pensile di sprigionare gli effetti del suo peso. Ne' materiali poco tenaci (derivando la resistenza de' manichetti da un ingrossamento di metallo inammissibile nelle costruzioni) la circostanza induce a negligerli; tanto più che si può supplire con mezzi semplicissimi alla loro deficienza. Una divergenza scambievole in fine dispone i manichetti analogamante alla convessità del pezzo; ed in tal guisa, con la stabile concatenazione delle masse, si para un campo più libero per la scelta de' punti di mira.

246. Gli artiglieri sono stati in tutte le epoche convinti dell' influenza che ha il posto della lumiera, nel modificare l' efficacia del motore. Quasi sempre però guidati dall' astratto ragionamento, che l' accensione si propaghi secondo i raggi di una sfera, hanno immaginato il centro della carica come il sito più idoneo a vibrare la fiamma. Ad onta di ciò Texier de Norbec, e

Desaguiliers, nello sperimentare alcuni mortari, muniti di lumiera in varie posizioni, ottennero de' tiri più estesi da quelli che l'esibivano nel fondo dell'anima. Ma, dopo l'esposizione de' saggi, soggiunge Texier » Re-
« sta a sapere, se i medesimi effetti avrebbero luogo
» ne' grandi mortari, è ne' cannoni; poichè le prove
« hanno presentato de' fenomeni tanto straordinarii, che
« io confesso di concepire appena gli effetti della pol-
» vere »

Le bocche a fuoco intanto si forano, senza eccezione, nel fondo dell' anima, per la facilità di forbirle internamente.

Il canaletto di lumiera si dispone con obbliquità verso l' asse del pezzo; acciò, risultando di una maggiore lunghezza, potesse più lungamente resistere alla forza dissolvente degli acidi. A corroborare vie più la lumiera, si applica nel sito da corrisponderle un grano di rame spiralmente, il quale, perchè di metallo semplice, si rifiuta allo scioglimento, provocato dalle sostanze corrosive, con fermezza superiore a qualunque lega.

ARTICOLO XIII.

Armi da fuoco portatili per l' infanteria, e parti costitutive di esse.

247. Le armi da fuoco portatili si videro al principio del secolo 15. Le prime consistevano in tubi di ferro battuto, e si distinguevano per cannoni a mano, come più maneggiabili che i pezzi di artiglieria di tal nome. Due uomini portavano il tubo, ed il cavalletto che doveva sostenerlo, ed eglino stessi, nelle occorrenze, caricavano l'arme con pietre, o con frammenti di ferro, e davano fuoco coll' avvicinamento di una materia accesa.

248. Il peso strabocchevole delle mentovate armi, ed il bisogno d'inclinarle, onde battere a differenti distanze, ne rendevano il servizio malagevole, ed incerti gli effetti. Si alleviò quindi il peso col ribassare le dimensioni del tubo; e si dispose l' arme a girare, con munirla di orrecchioni, che s' incastravano in cavalletti forcuti. In tutti i conti si potevano utilizzare tali ordigni nella guerra delle piazze, e nel contendere a piè fermo qualche importante posizione.

Nel 1440 si diminuirono ulteriormente le masse de' cannoni a mano, o *archibugi*, e si montarono essi sopra casse di legno, onde appoggiare l' arme alla spalla nell' esecuzione de'tiri. Il peso ancora esorbitante esigeva parimente un ausiliario sostegno.

Allorchè, in fine, si tentò, con successo, di portare il fuoco al polverino per via di meccanismi, senza distogliere l' occhio dalla mira (circostanza inevitabile nell' accensione a mano), si alleggerirono gli archibugi a segno, da metterli in giuoco senza estraneo ap-

poggio. Questa modificazione si portò tanto oltre, che in Pistoja si fabbricarono de' piccoli *moschetti* da impugnarli a braccio teso, detti *pistole*, o *pistolette*.

249. In Francia, fino ai tempi di Luigi XII, la maggior parte dell' infanteria era ancora armata di picche, di alabarde, di archi, e di balestre. Gli arcieri cambiarono le loro armi nel 1560, ma gli astati le ritennero fino agli ultimi tempi di Luigi XIV; poichè, allora s'impiegarono le bajonette per respingere le cariche della cavalleria, ed allora la tattica subì un generale cambiamento per l'abbandono totale delle picche. Il fucile, in effetti, armato di bajonetta, si attiva egualmente per arme di tiro e di maneggio.

250. Lo stabilimento delle manifatture attirò delle ordinanze, concernenti le dimensioni de' varii pezzi, le pratiche uniformi di fabbricazione, le prove, e le verificazioni sulle materie primitive, e sulle armi confezionate: per altro, in Francia, dopo 100 anni di saggi oculati, si prevenne nel 1777 ad istabilire un modello esatto, adottato per norma in molte regioni di Europa.

251. Il prodotto delle manifatture riuscì insufficiente ad armare le copiose colonne francesi, che si organizzarono contro le Potenze collegate; e l'urgenza de' tempi, durante la rivoluzione, indusse: a profittare delle vecchie armi ch'esistevano negli arsenali, senza distinzione di modello: a tirare partito da quelle che fornivano i prigionieri: ed a trascurare nelle nuove fabbricazioni la debita vigilanza sulla manodopera per accelerare il travaglio. Il cumulo di queste adozioni obbligate rovesciò i regolamanti, e diffuse sommo disordine nella condizione delle armi: che perciò, cessato alquanto il bisogno, si pensò di ristabilire il sistema smarrito in tal ramo, e di richiamare in vigore gli antichi statuti. Una commissione di

Uffiziali di artiglieria provocò di nuovo nell' anno 9 la sanzione delle ordinanze emanate nel 1777, con piccoli cambiamenti; ed il modello si disse del 1777 corretto, di cui al presente ci occuperemo.

252. La *canna* è il tubo in cui s' intromette la carica, ed è quella che deve sostenere gli sforzi dell' agente. Abbenchè ne sia la forma di cono troncato, pure alla base s' imprimono 5 corte facce, che si vanno a cancellare verso la bocca. Il suo vano è cilindrico, ed esso comunica con la parete esterna per mezzo del canaletto di lumiera, che dà passaggio alla fiamma per la combustione della carica. Alla bocca del tubo si applica un piccolo risalto *paralellepipedo*, onde fissare stabilmente la bajonetta in tal sito, col soccorso di un anelletto.

253. La *culatta* è il pezzo che si avvita al disotto della canna. Termina essa in coda forata, per ricevere una vite, che affibbia l'estremità del tubo sul *ceppo*: ha parimente un tallone intagliato, pel passaggio di una delle viti di *contropiastrina*.

254. Nella *cassa* si distinguono, il *fusto* (che contiene le incastrature per la canna, e per la bacchetta), il *calcio*, e di questo la parte intermedia, alquanto arcuata e sgrossata, che chiamasi *impugnatura*.

255. La bacchetta è l'ordigno per l' intasamento. Si fabbrica con acciaro, e si rotonda per tutta la lunghezza: la testa però si conforma in *pera*, e la punta in spire, per avvitarvi il *cavastracci*. Resta fissata la bacchetta nel fondo del suo canale da una molla, disposta a *foglia di salvia*.

256. La bajonetta prende la sua denominazione dalla città di Bajonne, in dove se ne progettò la fabbricazione nel 1671. Le prime erano dritte, ed a tubo pieno, che s' indroduceva nella canna, ed impediva al

soldato la scarica del suo moschetto. Dopo 30 anni s' immaginò di votarne il tubo, come lo è attualmente, e di discostare la lama dal suo asse, per non soffrire molestia nel caricare.

La bajonetta alla bocca della canna dà gli effetti della picca. A tale intento, ed alla speditezza de' tiri concorrono le seguenti parti: il tubo onde inviluppare la canna: l' anelletto per fissare il tubo (sempre coll' ajuto del risalto (§. 252.) che vi s' introduce per incastrature angolari): il gomito, ad oggetto di staccare la lama dall' asse del tubo: e la lama per ferire. Questa presenta il dorso, sotto una forma triangolare, e scanalata.

257. La guarnitura comprende il *boccaglio*, la *granatiera*, la *cappuccina*, e le rispettive molle: come pure la contropiastrina, il *sottoponte*, il *ponte*, i *battenti*, il *grilletto*, e la *piastra del calcio*.

Il boccaglio affascia il lembo del fusto (§. 254.) e la canna: la sua estremità superiore si mette in contatto col tubo della bajonetta. Trovasi esso munito di un imbuto, destinato ad agevolare il maneggio della bacchetta, e di due fasce, delle quali l' inferiore ha la mira di rame, della grandezza di un granello di orzo.

La granatiera, sotto l' aspetto di un anello ovale, avvince la canna nel mezzo del fusto. A questa fascetta va annesso un battente, che acquista il giuoco in un piccolo risalto forato.

La cappuccina è parimente ovale, e si colloca nel sito, in cui il canale della bacchetta comincia ad essere coperto dalla cassa.

Le molle di guarnitura, identiche, s' incastrano nel fusto con punte trasversali. Esse tendono a frenare le fascette, ed a renderle stabili nelle rispettive posizioni.

La contropiastrina, modificata in *S*, venendo appli-

cata nel verso opposto della piastrina, serve di ritegno a 2 grandi viti: che perciò si dicono di contropiastrina.

Il sottoponte, o lo scudo, ha superiormente l'urtante per arrestare la bacchetta nel suo canale, ed al fronte presenta delle aperture a distanze prescritte, per applicare un secondo battente a coda, il grilletto, ed il ponte. Contiene ancora 2 risalti perpendicolari alla sua lunghezza, i quali, di unita al nodo posteriore del ponte, danno appoggio alle dita, per impugnare con fermezza l'arme nelle occorrenze. La vite del bottone di culatta, ed un altra *a legno* fissano nel posto questo pezzo di guarnitura.

Il ponte si aggiusta sullo scudo per coprire il grilletto, ed ovviare a qualunque sinistro accidente. Il suo dorso arcuato diminuisce in larghezza fino ai nodi. Ha una fenditura in avanti per ricevere la coda del battente, ed il nodo posteriore tiene al disotto della base un gancio, uniforme in dimensioni all'apertura del sottoponte, in cui va introdotto.

Il grilletto compresso mette in moto lo *sparatojo*, incitandone il lungo ramo a rilasciare le molle del *fucile* nella loro attività. La parte del grilletto, che attraversa le fenditure dello scudo e del ceppo, si fissa con una punta trasversale, che serve allo stesso grilletto per asse di rotazione.

Il battente della *sottoguardia* è identico a quello della granatiera, ed ambedue si prestano per disporre l'arme in bandoliera.

Il calcio in fine anche si guarnisce con una piastra, piegata a squadra, e fissata da viti a legno.

258. Allorchè si conobbe il bisogno di connettere un meccanismo, atto a produrre la combustione della carica, si videro immantanente differenti ordegni, che

dimostrarono a sufficienza i progressi dell'industria manifatturiera.

Tra le idee primitive vi fu quella di fendere il bacinetto applicato alla lumiera, di sommettere ad esso una rotella scanalata di acciaro, e d' introdurre il disco nella fenditura, onde metterlo in contatto col polverino. Il congegnamento poi era tale, che, con rivolgere l' asse della rotella, si forzava una molla affidata al giuoco di piccola catena; e con lo svincolare la molla, s' incitava la celere rotazione nel verso contrario. Una composizione di ferro e di antimonio, ristretta tra le *mascelle* del *cane*, si abbatteva sul bacinetto: si sbandava quindi la molla con la pressione del grilletto, e la rotella, incalzata violentemente (qual argine all'espansione) provocava delle faville dalla composizione metallica, mediante un fervido attrito; ed esse erano a portata di accendere il polverino.

259. Un meccanismo più semplice per infiammare la carica consisteva nel *serpentino*. Questo ordigno, a forma di serpe, girava sotto la pressione del grilletto, e portava tra le fauci uno stoppino acceso sul polverino, che serviva di carica alla lumiera.

260. Alle rotelle degli archibugi, per le quali s' impiegava del tempo per armarle, ed ai serpentini de' moschetti ch'esigevano la presenza del fuoco, e disvelavano d' altronde le imboscate e le marce notturne, si sostituì, il fucile, esente da tali inconvenienti. L' arme intanto prese il nome dalla macchinetta che ne destava a volontà l'accensione della carica, e questa dalla pietra focaja detta *focile* nell' italiano idioma: da dove si ricava che gl' Italiani ne sieno stati gl' inventori.

261. Le parti di un fucile sono, il corpo della piastrina, il bacinetto, la *batteria*, il cane, la *noce*, la *briglia*, lo sparatojo, 3 molle, e 7 viti, senza com-

prendervi nè quella del cane, nè le 2 di contropiastrina.

Il corpo della piastrina *A B T D* (*Fig.* 16, e 17) sostiene nelle posizioni rispettive tutti i pezzi del fucile; e per questo, trovasi forato spiralmente in determinati siti, ed ha una incastratura propria ad assettarvi il bacinetto.

Il bacinetto *F* è di rame impuro, ed in esso: la parte che riceve la vite della batteria, dicesi *briglia*: l' altra porzione *H L* che lo fissa nella incastratura della piastrina si chiama *coda*: l' elevazione poi de' bordi laterali, è ciò che appellasi *guarda fuoco*.

La batteria *M N* soffre le percosse della pietra sotto i reiterati abbattimenti del cane, e per effetto della collisione, diffonde delle faville. Di essa la parte *N* è la copertura del bacinetto: la *faccia* è il pezzo *M*, che forma angolo col primo, e che deve rivestirsi con foglietta di acciaro: il *piede P* si destina a ricevere una vite, onde stabilire la batteria a cerniera tra la briglia del bacinetto ed il corpo della piastrina: ed il *tallone q* provoca la resistenza della molla, detta di batteria.

Tra le mascelle *m m'* del cane *C* si rinserra la pietra focaja, mediante la vite *V*, forata alla testa, per istringerla o per rallentarla. Lo stelo *p*, o la *cresta*, prende origine dalla mascella inferiore *m'*, ed eccede col suo prolungamento l' altra superiore *m*: l' incavo *I* dicesi *cuore*: il *sostegno* poi consiste in quel rinforzo, che sporgendo sul corpo della piastrina, osta ad un abbattimento maggiore del bisognevole. Il cane ha un foro quadrato per accogliere l' albero della noce, coronato dalla vite *R*.

Dipende più di ogni altro dalla noce il giuoco del fucile. Va essa corredata di 2 perni direttamente op-

posti: l'uno che traversa il corpo della piastrina, ed il cane, (detto *albero*): l'altro che s' introduce nella briglia di copertura. Contiene ancora l'*artiglio* x in corrispondenza di azione con quello z della molla motrice: ed ha in fine 2 intagli, dai quali il becco dello sparatojo y va arrestato al riposo o alla tensione.

La briglia b copre la noce senza conturbarne il movimento: la parte in prolungamento f custodisce del pari l'*occhio* dello sparatojo, e ne riceve la vite: il perno Q della noce traversa la briglia nel mezzo: ed il piede di questa appoggia a squadra sulla piastrina, e trovasi frenato ivi anche con vite.

Lo sparatojo $S\,s$ è conformato a *gomito*: ed in esso il lungo ramo va compresso dal grilletto per la scarica del fucile armato; ed il corto (forato per la vite di assettamento) è quello che termina in becco, onde artigliare i denti della noce.

Le molle sono delle fasce di acciaro, piegate ed affidate al corpo della piastrina, ciascuna da una vite, e da un perno. Nella molla grande, il piccolo ramo r finisce in branca bucata per la vite; ed il lungo B', libero nelle vibrazioni, porta l' artiglio, che incalza vigorosamente la noce sotto delle scariche. Per la molla dello sparatojo, la vite si affibbia all' estremità del lungo ramo u: ed il ramo corto forza il becco y a permanere in ciascuno de' due intagli della noce. La molla della batteria poi fornisce a questa della elasticità ne' suoi movimenti; ed in essa il piccolo ramo f' è forato pel passaggio della vite, e l' altro A' si oppone all' impulso del cane.

262. L' imperizia, e la negligenza sono egualmente nocive, nel connettere, o nel separare le varie parti di una bocca da fuoco portatile. Una sola vite troppo compressa (come quella della batteria) interrom-

pe l'armonia tra i pezzi del fucile, producendovi dell' attrito, che osta alla vivacità delle molle, e le priva di effetto (*Nota 7 part.2*). Quale dissesto dunque non subiranno le armi suddette, per le pratiche abusive di mantenimento, e pel difettoso metodo di ripararle?

In quanto alle abitudini de' soldati, nelle inspezioni si ha occasione di osservare: che sovente delle viti (le quali non possono essere identiche) vengono permutate, e forzate quindi ne' vani spirali; in dove i filetti, per assumere una parziale incastratura, restano deformati; e quindi la lumiera si osserva, o nascosta, o molto elevata sul bacinetto, ed alle volte risulta la batteria strettamente aderente alle pareti della canna, da non cedere sotto le percosse del cane: che spesso s' impiegano chiodi, od altri strumenti ottusi per isprigionare le punte, con lesioni dannevoli nelle casse: che non si accorda al bottone di culatta un preciso assettamento, circostanza che disturba la posizione della lumiera: che le molli principali si stemperano (onde renderle più cedevoli) con disquilibrare l' attività nel fucile, atteso che la molla motrice perde di vigore sotto del riscaldamento, nel mentre che quella della batteria o di resistenza conserva intatta la sua elasticità: che si mutila il fusto sotto delle fasce di guarnitura, ad oggetto di ottenere uno strepitoso ballottamento; e per la medesima ragione, la molla della bacchetta sottratta, il canale slargato dalla bacchetta stessa arroventata, e questa in conseguenza spogliata dalla tempra.

In rapporto alla condotta degli armieri riparatori, spesso si avverte: l' eseguire delle riparazioni proscritte nell' anno 13; come il saldare un perno alla noce, il piede alla batteria, la coda al bottone di culatta; anzichè rimpiazzare i suddetti pezzi allora

chè restano mutilati: l' impiegare cattivi materiali, per la facilità di lavorarli, pel risparmio del prezzo, e per l' interesse di rendere gli accomodi poco durevoli: il degradare la canna onde aggiustarvi de' pezzi secondarii; come l' intagliarla alla bocca per affibbiarvi solidamente il risalto che arresta la bajonetta, il limarla alla lumiera per applicarvi un nuovo fucile, il raccorciarla per utilizzarvi una cassa, una bacchetta, una bajonetta.

263. Sullo scopo dunque di corrispondere alle tante cure, che si adoperano nella fabbricazione delle bocche da fuoco portatili (onde conseguire de' rilevanti vantaggi annessi alla loro buona condizione) si devono con rigorosa sorveglianza, proscrivere i nocivi sistemi di mantenimento, mettere in accordo le consuetudini de' corpi con le ordinanze delle manifatture, e proteggere in tutti i conti la conservazione, foriera di pregevole servizio.

264. Avvertiamo in ultimo, che l' invenzione delle cartucce per caricare i moschetti ebbe luogo nel 1690, e che anteriormente erano i soldati provveduti di polvere sciolta, che ciascuno di essi portava in una fiasca conformata in pera. Nella guerra del 1744 s' incominciò ad estrarre dalle cartucce la carica della lumiera, ritrovato che rende i fuochi di molto spediti.

Sezione III.

Fabbricazione delle bocche a fuoco.

ARTICOLO XIV.

Forni.

265. Il ferro minerale per essere ridotto a metallo esige de' forni, ne'quali rammassato col carbone, serbino i materiali la disposizione di strati alternativi; acciò l'alta temperatura, propagando la sua attività, operasse in tutti i frammenti la sublimazione delle sostanze nocive, e lo scioglimento delle parti liquative. In alcuni forni, dominando perennemente l'intensità del calore, il metallo fuso, e precipitato nel crogiuolo, non desiste dalla liquidità; si può quindi versare nelle forme, e modellare secondo le mire. Ma in altri, propensi a dissipare gli sviluppi del fluido fervente si riduce il metallo nello stato pastoso, e perviene al limite di sostenere la percussione, ondè direttamente esibire il ferro, o l'acciajo di forgia. I primi forni, alti da 15 a 60 piedi, si chiamano *alti*, o *di fusione*: i secondi portano il nome di *forni a massa*, ed hanno un altezza minore di 12 piedi.

266. Ad oggetto di rifondere i metalli, o pure di liquefare de'lucidi minerali non deformati da viziose combinazioni, aggregati alle sole terre, si stabiliscono de' forni a riverbero; i quali anche concorrono alla

fabbricazione delle artiglierie, e devono includersi nel presente articolo.

267. L'alto forno si erge in torre quadrangolare. Sono 3 i motivi che inducono a sancire la pendenza delle pareti verso la base: 1° l'azione violentissima della temperatura in tal sito: 2° i vani da praticarvisi: 3° l'oneroso carico da sostenere. Le scarpe si arrestano alle volte verso la metà del forno, lasciando le pareti nella continuazione verticale; ed altre volte si avanzano fino al limite superiore.

268. Le due forme, l'una di prisma poggiato sopra piramide dimezzata, e l'altra di un assoluto tronco piramidale danno luogo a qualche discussione. Il solido misto è dotato di maggiore consistenza, e la *spianata* (ch'è la sezione superiore del forno) può servire di deposito ai materiali di carica, e facilitare la manovra agli artefici: questa disposizione però cagiona una spesa più alterata, ed un maggior peso sulle fondazioni. Il masso piramidale poi è leggiero, e tende in preferenza alla conservazione del forno. Conchiudiamo da ciò, che se l'altezza de'forni debba essere minore di 30 piedi, gioverà lo scegliere la configurazione mista, risultando di poco rilievo gl' inconvenienti accennati: da 30 a 60 piedi, bisognerà adottare la piramide, con proccurare di ristringerne molto la sezione, o sia la spianata.

269. Il forno alla sua base ha due aperture: una alla parete del fronte, per manovrare sul crogiuolo; e la seconda ad una delle facce laterali, per applicare una *macchina soffiante*. I vani di essi sono benanche modellati a piramide troncata: la divergenza è nell'esterno, onde permettere, coll'avvicinamento dell'artefice, l'adempimento del regolare travaglio. Le due aperture

si fanno tramezzare da un solido pilone, detto *sostegno del cuore*.

270. Per scrutare la forma del vano interno, da concorrere nell' alto forno pe' migliori effetti; necessita fissare primamente qualche norma correlativa alla ripartizione del calore, che in esso si sviluppa.

La legge di questa ripartizione, emergendo dalle combinazioni varie di ossigeno e di carbonio, resta modificata: 1° dalla temperatura dell'aria che forniscono le macchine soffianti: 2° da quella che acquista il combustibile in ciascuno degli strati: 3° dalla propagazione del calorico da strato a strato: 4° dall' azione delle pareti: 5° dall' ambiente all' orificio superiore: 6° dalla temperatura del fluido che si sprigiona pel suddetto orificio. Esaminiamo tutti questi influvii partitamente.

1.° L' aria pervenendo nel forno è fredda; ed abbenchè, al primo incontro col combustibile, vi sia la massima affluenza de' principii a combinarsi, pure l' abbondante calorico di sviluppo, dovendo alterare immantanente la temperatura dell' aria in rapporto al mezzo, non può esternare pienamente il suo effetto. La massima fervenza dunque deve spiegarsi ad una breve elevazione sulla base della carica.

2.° Dopo di avere attraversato il primo strato di combustibile, l' aria ascende, obbligata ad elevarsi, per la forte espansione, e per l' incitamento della nuova dose che la rimpiazza. Essa intanto, percorrendo le diverse altezze, aumenta in temperatura, fino ad uguagliare quella esistente in uno degli strati che investe; e proseguendo indi la sua marcia, s' imbatte in materiali meno fervidi, ai quali abbandona una parte del suo calorico. Si scorge dunque, che la colonna motrice, pervenuta al segno ove manca la combustione (per l' as-

sorbimento del carbonio al punto di saturazione) può ancora invigorire la temperatura negli ulteriori strati, rilasciando in essi una parte del calorico che ha sottratto dai primi.

3.° Nelle parti del forno più sprovviste si diffonde il calorico che sviluppano gli strati, e per una centrale projezione, e per una trasmissione a traverso i corpi conduttori: essendo i minerali, ed i carboni brucianti de' buoni conduttori di calorico, questo penetra in tutti i versi, e si determina per l' equilibrio.

4.° Propagandosi in tal guisa il calorico, giunge alle pareti del forno, le altera, le investe, e si dissipa esternamente.

5.° L' orificio superiore del forno è in contatto coll' atmosfera, la quale, essendo più fredda dell' ultimo strato, lo spoglia in parte dal suo calorico. L' ultimo strato ne prende in conseguenza da quello che lo precede, e così di mano in mano fino al centro; da dove la massa del calorico raggiante attiva una corrente, onde rimpiazzare il calo provocato dal contatto atmosferico. L' influenza delle meteore, altera sensibilmente l' intensità della suddetta corrente.

6.° I gassi carbonati in fine ritengono ancora una quantità di calorico, nel sortire dal forno, idonea ad infiammarli al solo incontro dell' aria ossigenata. Per questa accensione si spande nell'alto un lume chiaro ed azzurro.

Accoppiate le cause mentovate ad altre di minore possanza, tendono le une a diminuire, le altre a modificare lo stato dell' accaloramento. Il cumolo de' loro effetti dà luogo al canone sulle variazioni di temperatura; in cui, per le sole assidue sperienze, si è scorta qualche traccia di costante andamento.

271. Da un tal canone si rileva, che ne' forni a vani prismatici, preso per origine lo strato di massima fervenza, i gradi di temperatura seguono una progressione geometrica decrescente, per una serie di strati distinta da un costante rapporto aritmetico: sono in tal caso le coordinate alla curva *logaritmica* quelle ch' esprimono le relazioni tra le altezze e gli accaloramenti.

Si rileva parimente, che in un forno qualunque, sotto l' incremento delle superficie, si sprigiona più intenso calore, per essere maggiore la massa bruciante nell' unità di tempo; ma che, pervenuta la temperatura al colmo, decresce in proporzione più rapidamente: laonde, a corroborarne la serie, si deve aumentare il getto di aria in ragione delle superficie, che si parano alla sua azione.

272. Premesse tali riflessioni, occupiamoci dell' opportuna configurazione da prescrivere alle anime de' forni.

Essendo prismatici i vani in discettazione (come in alcuni forni di Boemia), la più alta temperatura è prossima allo sbocco del vento. Supponendola sufficiente per la fusione, dovrà il minerale a quel punto fisso e costante assumere lo stato liquido: onde succede che se la velocità de' frammenti minerali vieti ad essi la giusta dimora nello strato di alta temperatura, precipiteranno nel crogiuolo senza sperimentare più l' ardore idoneo al liquamento, e vi rimarranno sotto l' aspetto di masse coagulate.

Sarebbero due le maniere da ovviare all'inconveniente accennato: 1° l' impedire al minerale la sollecita discesa: 2° il fargli traversare uno strato molto più fervido di quello che comporta la sua trasformazione in liquido. Per un vano prismatico non si può in ve-

run conto ritardare l'abbassamento del minerale, il peso maggiore lo fa discendere con celerità; ed a questo contribuisce il bruciamento esorbitante di combustibile allo sbocco del vento. Il solo mezzo dunque di cui si possa disporre, si è quello di condizionare un lungo spazio valido ad operare la fusione: circostanza che presuppone un calore molto superiore del regolare nello strato di massima fervenza, ed un consumo quindi di combustibile non corrispondente al prodotto.

Sostituendo al prisma il tronco piramidale, può questo poggiare sulla base, o sulla sezione.

Se la piramide si erga sulla sezione, la temperatura diminuirà, a partire dall' applicazione del vento, per l'ossigeno che perde l'aria nella sua marcia: d'altronde prenderà vigore, per l'aumento della massa bruciante nell' unità di tempo (§. 271), e per la diminuzione della velocità, causata dall' ampliazione del volume. La temperatura sarà quindi subordinata a due leggi, l'una di decremento progressivo (come ne' prismi) e l'altra d' incremento; le quali, con lo sviluppo contrario de' loro effetti, scosteranno alquanto il massimo calore dall' origine del vento, e daranno un lungo spazio atto alla fusione, senza eccedere in combustibile. Si aggiunga a questo, che il ristringimento delle pareti prolungherà la dimora del minerale nel sito della poderosa azione.

Un vano così condizionato ha de' difetti che si devono evitare indispensabilmente: 1° la riflessione del calorico sulle pareti divergenti, accelera la dissipazione di un tal fluido per l' orificio superiore: 2° per essere il mentovato orificio di considerevole diametro, presenta un dominio esteso all' ambiente, con ribasso di attività.

Se la piramide si elevi sulla base (come in molti bassi forni della Carinzia), per l'ossigeno copioso ne' lati strati inferiori, si concentrerà il massimo calore quasi nel sito, ove l'aria lancia la sua corrente. Il grado di fusione si estenderà dunque in brevi limiti, e converrà avanzarlo a ribocco per agevolare lo scioglimento del minerale. L'esuberanza di temperatura dovrà essere maggiore che ne' prismi; atteso che la divergenza delle pareti verso la base, all'acceleramento di discesa, accoppia un voto di grande latitudine negli strati in fervida combustione: incidenti che astringono il minerale a precipitare con rapidità.

L'indicata forma però conserva delle utili disposizioni: 1° il calorico raggiante si riflette verso il basso del forno: 2° l'apertura in alto occasiona un minore raffreddamento.

Dall'esposto apparisce, che i massimi vantaggi si conciliano, disponendo l'anima di un forno secondo quella configurazione, che ridonda dall'accoppiamento di due tronchi piramidali per le loro basi. La piramide inferiore, perchè rovesciata, innalza il *fuoco*, o sia lo strato di massima temperatura, e rallenta la caduta del minerale: quella superiore poi, eretta sulla base, diminuisce l'orificio in alto, e riflette in basso il calorico raggiante, con sensibile aumento di azione.

Osserviamo in ultimo, che ne' vani piramidali, sovente gli angoli restano voti, con tumultuosa affluenza di aria, e con sovvertimento de' regolari successi. Questo dissesto, avvalorato dall'obbligo di ben discernere la linea d'intenso vigore, onde dirigervi de' materiali più restii alla fusione, ha indotto a tasformare le piramidi in coni, ed a sancire decisivamente, che pel vano di un alto forno, la forma più conducente sia quella esibita da due tronchi conici, riuniti per le loro basi.

273. Fatta una sezione al forno secondo l' asse (*fig.* 18): *D M N S R P* n' esprimerà il masso, composto da un prisma, e da una piramide (§ 267), *B O* indicherà il cono superiore dell' anima, *C O* quello inferiore, ed *x y* il crogiuolo.

274. Le sperienze de' fonditori han dato luogo ad alcune modificazioni.

1° » Il minerale nel cono elevato *B O* (*fig.* 19) acquista l' idoneità a fondersi, e nell' altro *C O* in effetto si risolve. La durata dell' apparecchio, dovendo eccedere quella del liquamento; perciò al cono superiore detto *alta ciminiera* spetterà un' altezza maggiore di quella del cono sottoposto, distinto col nome di *gran focolare*: anche perchè il calore opportuno a sciogliere le masse non si può diffondere fino alla metà del forno.

2° » In vicinanza del crogiuolo si deve rallentare la discesa del minerale, per conseguire dal tardo abbassamento in tal sito quello effetto, che non potrebbe emergere da un consumo convenevole di combustibile: le pareti dunque del gran focolare s' inclinano molto verso l' asse in quella distanza dallo sbocco del vento, che la sperienza dichiara favorevole.

3° » Spesso si fabbricano i forni accosto ai terrapieni, occorrendo impiegare, come motore, le acque di cui abbondano le prominenze. La circostanza induce ad appoggiare al terrapieno una delle pareti del forno, con ribasso di temperatura in quel verso. In questo, prescindendo dalle volte di separazione, si procura coll'obbliquità de' coni (*fig.* 20) di conciliare la linea di discesa con quella di massima combustione.

4° » Nella Stiria, ed anche nella Carinzia vi è l'abitudine di soprapporre alla spianata de' forni una se-

conda ciminiera, onde conservare nella prima un calore più attivo.

L' interno rivestimento de' forni deve validamente resistere alla violenza dell' agente, senza che venisse degradata l'adesione delle masse, o lesa la loro consistenza: vi s' impiega perciò un materiale sommamente *refrattario*, quale è quello esibito dalle pietre magnesiache. Questa parete inalterabile si distacca dal solido inviluppo; poichè, per la concatenazione scambievole, resterebbe danneggiata l' intiera mole nel disordinarsi la cinta interna, con ispecialità sotto l' estinzione del forno. Il vano tra le due pareti si riempie di sabbia la quale impedisce in parte il dissipamento del calore.

Delle solide e frequenti catene tramezzano la fabbrica per tutti i versi, ed esse, ben frenate nelle estremità, fanno argine agli effetti distruttivi della lunga e vivace espansione.

275. L' accensione perenne del carbone esige un vento considerevole, proporzionato però alla capienza del forno. Ne' primi tempi si animavano all' uopo de' mantici a mano, ed altri deboli ordigni: ma portata l' altezza de' forni fino a 60 piedi, si dovettero ad essi sostituire le *trombe*, e le *macchine a stantuffi*.

176. Le macchine soffianti che portano il nome di trombe sono de' lunghi tubi verticali di ferro fuso *AA* (*fig.* 21), ne' quali s' imbocca una corrente di acqua, che precipita in alcune casse sottoposte *MM*. Un masso di fabbrica *P*, situato nel mezzo di ciascuna cassa, fa argine alla violenza del liquido, e ne distacca l' aria, che poco vi aderisce: in questo, il fluido sprigionato si carica nell' interno del forno (non potendo per altre vie dilatare il suo volume), e l' acqua precipitata sfugge con ringorgo pe' canali sottoposti.

277 Per introdurre nella corrente una dose di aria più copiosa, si applica sul corpo della tromba un imbuto spazioso *C*, e tale che il liquido affluente nell' unità di tempo non possa riempirne la capacità. Con tale preparativo succede, che l' acqua gorgogliando nel suddetto imbuto, involge nella sua massa una colonna fluida, che i vortici attirano energicamente.

Contribuisce ancora ad aumentare la dose dell' aria l' uso de' *trombini*, o de' *tromboni*. Questi si ergono sulla tromba, come si costuma ne' Pirenei: i primi si dispongono sotto dell' imbuto, come si pratica nelle Alpi. I tromboni sono degli inviluppi conici *B B* (*fig.* 22) laterali a quello che raccoglie l'acqua affluente, e destinati a rimpiazzare largamente il voto che si genera nell' interno della tromba. I trombini poi sono degli spiracoli *S S* (*fig.* 23) che si forano sotto il ristringimento dell' imbuto, onde conseguire il medesimo scopo: in effetti, approssimando ad essi una fiamma, l' attirano vigorosamente, e dimostrano con chiari caratteri l' efficacia della corrente ausiliaria. Degli spiracoli sommessi ai primi sarebbero nocivi, scaccerebbero essi una parte del fluido, debilitando la colonna motrice, come la repulsione della fiamma lo contesta.

278. Si deve ai particolari tentativi degl' Inglesi l'invenzione delle macchine soffianti a stantuffi. Presentano esse de' grandi cilindri di ferro fuso *C C* (*fig.* 24) del diametro da 3 in 8 piedi, e dell' altezza da 6 in 9. Sono muniti i cilindri, de' stantuffi *P P* a precise dimensioni fabbricati con lo stesso metallo, e coperti da cuojo pregno di untume: espediente necessario per otturare bene i vani. Tutti gli ordigni si ripongono nella cassa *A B*, nel fondo della quale si accumula l'aria compressa; ed essa passa nel forno succes-

sivamente, a motivo che le aste a *ginocchio* *L L* degli stantuffi, affidate ad un apparecchio idraulico, obbligano con alternativa all' *aspirazione*, ed all' *espirazione*.

279. Nel bilanciare gli effetti delle trombe e de' cilindri, i maestri di forgia hanno con asseveranza avvertito, che i loro effetti si equivalgono, allorchè in rapporto alle trombe, l' acqua affluente nell' unità di tempo sia 8 volte maggiore, e doppia sia l' altezza della caduta. Le trombe intanto, perchè di una semplice e di una economica fabbricazione, malgrado il soverchio consumo di acqua, sarebbero proficue ne' paesi montagnosi (ne' quali l' abbondanza del liquido acquista possanza per le considerevoli balze) se l' aria che da esse fluisce, non fosse alterata dall' umidità. L' umidezza vizia sempre il metallo, ed occasiona uno sciupio di combustibile.

280. L' aria nelle trombe va sempre saturata dall' acqua, che ve la trasporta. N' è sicura prova l' osservare: che i condotti di cuojo esternano sensibile umidità: che l'aria, sfuggendo per qualche spiracolo, porta dell' umettazione ovunque s' imbatta.

Per ben decidere poi su gli effetti perniciosi della corrente umida, atteniamoci agli sperimenti di La Place e di Lavoisier; dai quali si ricava, che nelle combinazioni del gas ossigeno col carbonio, e del gas ossigeno coll' idrogeno, gli sviluppi di calorico sono nella ragione di 345 : 542. Abbandona dunque il gas ossigeno più di calorico per produrre l'acqua, che per comporre l' acido corbonico: e necessita quindi maggior calore, per decomporre una data quantità di acqua, di quello che sprigiona l' equivalente combinazione di gas ossigeno e di carbonio sotto della combustione. Il vapore perciò estinguerebbe il carbone rovente senza l' affluenza di

una colonna di aria sopraccaricata di gas ossigeno; onde sviluppare, non solo il calorico che assorbisce il vapore per la sua decomposizione, ma anche quello bisognevole a mantenere la temperatura nello stato vivace, e da operare.

L' esposto si comprova ancora con esperimenti. Rapportiamo quello soltanto, che *O' Relly* asserisce di essere stato effettuato in Inghilterra da un maestro di forgia. Fece questi comunicare nel forno rovente una nube di vapori, ed osservò il fenomeno descritto come segue » L' alto forno diventò freddo, ovunque i » vapori avevano penetrato: il raffreddamento prodot- » to per la decomposizione dell' acqua, e per lo spri- » gionamento dell' ossigeno, si accrebbe al punto più » considerevole fino all' alto: il metallo che fluiva era » bianco come l' argento nella sua grana. L' introdu- » cimento del vapore fu continuato; e con ciò, la ca- » rica perdè il suo calore, si coagulò gradatamente, » e l' ingorgamento del forno pose termine alla spe- » rienza ed al travaglio.

281. Le macchine a stantuffi d' altronde danno un vento interrotto, dovendo lo stantuffo mobile avere due movimenti, l' uno di aspirazione e l' altro di espirazione. La sola espirazione dà alimento alla combustione: che perciò, impiegando un sol cilindro, desisterebbe il vento nelle aspirazioni, ed il fenomeno sarebbe annunziato da un ondeggiamento de' vetri galleggianti sul crogiuolo, e sarebbe seguito da difettosi prodotti.

Per ovviare a ciò, si accoppiano le macchine soffianti, e si dispongono al movimento alternativo. Si perviene con tale industria ad ottenere una corrente di aria idonea; ma non priva d' irregolarità, per la difforme compressione nel periodo di una espirazione,

e per l'interruzione istantanea che ha luogo, allorchè uno degli stantuffi tocca il fondo del cilindro, e l'altro quindi resta totalmente elevato.

282. Conduce a mantenere stabile l'intensità della corrente fluida l'uso de' *regolatori*.

I regolatori presentano alcuni spazii, ne' quali si raccoglie l'aria che sviluppano le macchine soffianti. Il fluido in essi si accumula, e passa indi nel forno, senza quelle alterazioni, ch'emergono dall' alternativo movimento degli stantuffi.

283. Si distinguono i regolatori in 3 classi: *ad acqua*: *a stantuffi*: *a serbatoi*. Ciascuno de' regolatori ad acqua ha una cassa spaziosa *A B* che s'immerge in una vasca quasi colma di questo liquido (*fig.* 25). La cassa si eleva in modo, da lasciare un vano sufficiente, onde raccogliere l'aria, prima di permettere ad essa l'ingresso nel forno. Deriva da ciò, che l'acqua comprimerà l'aria, sempre che il prodotto delle macchine soffianti sia maggiore dell' esito; desisterà al contrario, allorchè l'aria non venga rimpiazzata da una dose ad essa equivalente. Hanno il difetto tali riserve d'inumidire il fluido, a danno del metallo, ed a dispendio del combustibile (§ 279).

284. Il regolatore a stropiccio consiste in un grande cilindro *C C* (*fig.* 26) fornito dello stantuffo *P*, gravoso, ed atto a comprimere fortemente nella discesa. L'aria che slancia la macchina soffiante, introducendosi nel cilindro *C C*, arresta il peso *P* ad un altezza analoga alla sua violenza. Quando il fluido soffre un decremento d' intensità, il carico *P* si abbassa, per un disquilibrio di pressioni; e con ciò l'elasticità del fluido suddetto si concentra, e la corrente motrice si rende quasi uniforme.

La variazione che sperimenta l'elasticità dell' aria

ne' cilindri è maggiore di quella che ha luogo ne' regolatori ad acqua. Si può essa valutare pel doppio dello sforzo che l' attrito dello stantuffo occasiona. In effetti, allorchè l' aria entra nel cilindro, e solleva il carico, deve vincere il peso e l' attrito; quando che, nel comprimere, l' azione dello stantuffo ridonda dalla differenza di tali elementi.

Essendo il regolatore a stantuffo preferibile a quello ad acqua (in dove l'aria si umetta) la diminuzione dell' attrito produrrebbe dell' utile. Per questo intento si potrebbe al cilindro surrogare un regolatore a pareti flessibili, o sia *a mantice*. Il carico si farebbe gravitare sul mantice, e coll' untume si mitigherebbe la rigidezza del cuojo. Con tale preparativo, l'aria non soffrirebbe delle alterazioni considerevoli; poichè la sua elasticità sarebbe corretta da uno sforzo quasi costante.

285. Il regolatore a serbatojo consiste in alcune spaziose cavità *C C C* ermeticamente rinchiuse (*fig.* 27, e 28). L' aria di espirazione s' introduce nel serbatojo forzando una valvola, e ne discaccia nel forno una dose ad essa equivalente. Qualunque variazione sperimenta la corrente per parte delle macchine soffianti, diffondendosi per tutta la massa di riserva, non può conturbare il corso equabile dell' agente.

Le caverne però abbondano all' ordinario di acqua, che filtra a traverso delle loro pareti: ma quante volte l' aria, che vi si accumula, non trovi umido da combinarsi, saranno esse eligibili per la semplicità, e per gli effetti.

286. Passando a descrivere i forni a riverbero, faremo conoscere la costruzione di quelli impiegati finora esclusivamente a rifondere i ferri grezzi carburosi, ed in seguito daremo un ragguaglio delle modificazioni,

che vi si devono apportare per la fusione del bronzo.

287. Negli alti forni inglesi con ispecialità (mettendosi a profitto il carbone di miniera, di cui abbondano quelle contrade) succede, che il minerale di ferro, sostenendo per lungo tempo ed a forte temperatura; il contatto di un fossile fecondo in carbonio, deve nello stato liquido discioglliere copioso grafite, ed assumere un indole affatto carburosa. Il ferro così condizionato, allorchè si rifonde, perdendo una parte del suo carbonio, acquista una maggiore resistenza: ed all'uopo vi hanno gl' Inglesi applicato de' forni a riverbero, ne' quali la fiamma, vibrandosi sul metallo a depurare, gli trasmette sufficiente ossigeno, per correggerne la grana, e per renderlo atto alla fabbricazione delle artiglierie.

288. Le parti costitutive di un forno a riverbero sono un focolare, una ciminiera, un suolo (inclinato e coperto da volta) ed un crogiuolo. Si praticano in esso tre aperture, onde introdurre il metallo solido, dargli uscita nello stato liquido, ed alimentare la combustione. Nel focolare si produce la fiamma, e la ciminiera (eretta nell'opposta estremità del forno) l'attira, e sommette tutta l' anima del forno ad una fervida azione. Una *galleria di vento*, in comunicazione del focolare, sostiene la fiamma nel suo rigoglio.

Sia *ABCDNP* una sezione fatta al forno (*fig.* 29): n' esprimerà *RF* il suolo, *L* il crogiuolo, *CDNP* la ciminiera, *zy* la graticola, *KH* l' apertura pel getto delle legne, *O* l' altra per introdurre la carica, e *QM* quella per la fusione.

289. In rapporto alle condizioni delle parti divisate, conviene l' esporre alcune riflessioni.

1° » L' elevazione maggiore della ciminiera si presta ad attivare la fiamma, onde ottenere spediti pro-

dotti, con risparmio di combustibile: interessa però di ben rassodarne l' inviluppo, per frenare gli sforzi continuati, che tendono a rovesciarlo.

2° « La configurazione della volta che copre il suolo RF, deve più di tutto limitarsi all' oggetto di un lungo servizio: e ciò si otterrà, se la disposizione de' cunei corrisponda ai principii di equilibrio, per essi stabiliti.

3° Giova l' evitare nell' interno ogni spazio superfluo, e ristringere gradatamente la capacità del forno; prendendo norma dalla fiamma, la quale, mentre si spicca dal combustibile con larga base, converge in tutto lo spazio del suo allungamento. Deriva da ciò, che pel concentramento della fiamma (massimo, nelle vicinanze della ciminiera) la temperatura acquista maggiore nerbo sul crogiuolo, ad onta che la fiamma suddetta disperda del calorico prima di giungervi.

4° » Abbenchè in molti forni il suolo si prepari sopra un masso di fabbrica, in altri poi si appoggia ad una volta, che ne facilita il diseccamento ne' primi periodi dell' accensione.

5° » Il rivestimento interno si distacca dalla esterna parete, come negli alti forni (§. 274), onde distruggerlo e rifabbricarlo allorchè il fuoco lo degradi considerevolmente, senza danneggiare l' intiera mole. I mattoni di rivestimento, sommamente refrattarii, s'incassano di taglio: disposizione che ne avvalora la resistenza. Si fabbricano essi con la piombaggine, ed in mancanza, con l' argilla quarzosa, destinandola anche per cemento. Bisogna evitare diligentemente la miscela con la terra calcarea; poichè (come osserveremo in appresso) l' aggregato potrebbe risolversi: in ogni modo però si rammollisce, e si deforma. Le sostanze calcaree si palesano tra le terre, per mezzo dell' ef-

fervescenza, sotto l' azione degli acidi nitrico o solforico.

6° » Il suolo si copre con sabbia d' indole tale, che restia al liquamento, potesse prender massa, e spandere una leggiera vernice, da impedire la filtrazione del metallo nelle commessure. La scelta di questa sabbia costituisce un oggetto interessantissimo.

7° » Bisogna in fine concatenare le pareti del forno, e metterle a portata di resistere luugamente alla violenza dell' espansione.

290. I forni a riverbero, di cui ci siamo finora occupati, se recano economia di combustibile, e se producono spedite fusioni, hanno però l' inconveniente di ossidare il metallo, mediante il celere corso della fiamma: a questo si aggiunge che il crogiuolo, incapace a contenere delle forti cariche, obbliga sovente ad accoppiare i suddetti forni, onde ottenere il bisognevole a fabbricare un cannone di grosso calibro.

291. I forni a riverbero che si costruiscono per la fusione del bronzo (*fig.* 30) hanno internamente un bacino *B B*, corrispondente, per dimensioni, alla quantità degli oggetti che si vogliono fondere per volta. Il rapporto tra il diametro e l' altezza della porzione sferica, che ne costituisce il vano, non può essere arbitrario; poichè, eccedendosi nella profondità, il calore non potrebbe diffondere molta energia sul fondo del bacino, ed il metallo ivi cumulato si raffredderebbe fino al punto di coagulazione (accidente valido a cagionare l'ingorgamento del forno): essendo d'altronde il bacino poco profondo, sotto l'aumento della sezione del vano, questo si renderebbe di grande latitudine, da sommettere il metallo ad un calo irregolare.

Sul bacino si eleva una solida volta *V V*; ed è an-

che essenziale che la sua altezza sia nel convenevole rapporto col diametro della base: mentre, col soverchio innalzamento, si verrebbe a debilitare l' intensità dell' accaloramento; ed essendo la volta bassa oltremodo, sarebbe di breve durata, e di ritardo al corso della fiamma, del fumo, e del calore.

Tutti i bacini e le volte, dovendo dunque avere una relazione costante tra le rispettive altezze ed i diametri delle basi, saranno porzioni simili. Supponendo perciò (secondo l' avviso di La Martilliere) che il gran forno di Douai sia quello eligibile per le sue dimensioni, sarà semplice la norma da guidare al più utile nella costruzione di tali forni.

Nel gran forno di Douai, la profondità media del bacino è 12 pollici, il diametro della sezione è 122 pollici, e la volta tiene 35 pollici di altezza. Per un altro forno da racchiudere la metà del volume, le dimensioni congruenti dovranno serbare alle accennate il rapporto di $\sqrt[3]{1} : \sqrt[3]{2} = 100 : 125$, cioè che la profondità del bacino, il suo diametro, e l' ascensione della volta dovranno avere 9, 6; 97, 6; 28, 2 di pollici.

Sei spiracoli *S S S* praticati alla volta del forno, ed egualmente ripartiti, attirano la fiamma da per tutto, e danno un libero corso al fumo. Comunicano gli spiracoli in un secondo vano *U U* anche coperto da volta; ed una ciminiera, eretta nell' estremità del forno, e comunicante col vano *V*, produce la dissipazione delle sostanze che volatilizzano.

In effetto, accendendo le legne sulla graticola, la fiamma ascenderà, e pervenendo all' anima del forno, si caccerà in essa, espellerà l' aria ne' condotti, ed in questi si lancerà essa stessa onde superare i vincoli al

suo dilatamento. Risulta da ciò una rarefazione interna, per la quale, mancando l'opportuno contrappeso all'aria che gravita sulla galleria del vento, si genererà una corrente fluida, che sarà sostenuta dall'intensità del disquilibrio, e dalla densità della colonna premente.

I vani degli spiracoli devono conciliarsi con gli obblighi di non impedire la circolazione alle fiamme, nè di permettere a questa un grande svaporamento, sfavorevole alla temperatura.

ARTICOLO XV.

Forme.

292. Le forme comprendono alcuni vani, identici per figure e per dimensioni agli oggetti da modellare. Il metallo liquido, condensandosi nelle forme, assume con esattezza le impronte.

293. Nell' arte di fondere le bocche a fuoco, il metodo di fabbricare le forme o sia lo *staffaggio* è un ramo ben arduo, e che presuppone somma perizia per la scelta e per le composizioni delle terre. Queste devono essere inalterabili a qualunque tormento di temperatura, ed incompressibili a segno, da sostenere de' pesi enormi senza che la loro disposizione ne soffrisse disturbo.

294. Si era ideato di profittare de' metalli, onde congregare le qualità che devono le forme possedere, e renderle quindi durevoli. Reaumur fuse con successo dei pezzi delicati nelle forme di ferro; ed abbenchè avesse ottenuto delle precise impronte negli oggetti modellati, questi però risultarono duri, fragili, e restii all' ulteriore travaglio di perfezionamento. In effetto, le forme metalliche, eccitando il ribasso del calore, lo sottraggono con rapida progressione, e comunicano alle masse la tempera, ed il debilitamento della tenacità.

L' adozione di tali forme è stata conservata esclusivamente per la fusione de' projettili. Non nuoce la fragilezza delle loro masse; giova molto però la regolare disposizione delle loro superficie, per la conservazione delle armi, e per l' economia di fabbricazione.

295. Per modellare le bocche a fuoco si servono i fonditori delle terre, e della sabbia. Lo staffaggio con le terre, sembra che sia stato il primo metodo conosciuto, ed è quello praticato in generale. Non vi è dubbio che presenta maggiori difficoltà, ma produce un metallo più cedevole agli strumenti dell'arte; perchè le terre, ritenendo lungamente il calore, preservano da imperfezione i pezzi in esse raffreddati.

296. L'uso delle terre obbliga a distinguere le fabbricazioni del modello e della forma. La forma inviluppa il modello, e riceve da esso la configurazione del vano: sprigionato in seguito il modello, ridonda la forma in circostanza di adempire lo scopo a cui si destina.

Il disimpegno spedito del modello dal suo inviluppo fa scindere il nocciuolo in tre pezzi, da contenere: 1° la culatta ed il bottone: 2° il tronco conico ed una parte della *massarotta*: 3° la restante porzione di questa.

297. Per modellare il corpo del cannone, si prende un asse di legno *A B* (*Fig.* 31) dritto, leggiero, e di forma conica, e si poggia su due cavalletti *D D*. Alla base maggiore di tale asse si applicano delle barre in croce, onde promovere la rotazione.

Nel sito da stabilire il rinforzo della tromba, si dispongono intorno al cono delle doghe alquanto convesse *rrr*; le quali si allacciano con una treccia di sparto, che deve anche cingere il tronco per tutta la lunghezza, come un mezzo idoneo a distruggere il modello.

L'asse intanto, circondato dallo sparto, presenta un modello imperfetto. I diametri delle sue sezioni, perpendicolari alla lunghezza, si trovano per 9 linee

circa inferiori ai regolari: si copre quindi con istrati di terra sotto il taglio di un profilo, addetto a segregare l'esuberanza del materiale.

Per la tenace composizione delle terre si richiede un aggregato: di argilla, perchè consistente: di sabbia, per ostare alle fenditure dell'argilla: e di sostanze vegetali macerate o digerite, per tendere de' filamenti, per avvincere le molecole, e per proteggere la solidità della miscela.

Il profilo del cannone poi *M N* si fa di lamiera. I pezzi che lo compongono disposti col taglio a sbieco, s'incastrano in un tavolone *R Q*; e questo si colloca sui cavalletti *D D*, alla debita distanza, e con la prescritta inclinazione verso dell'asse *A B*.

Il primo strato di terre, esposto all'ardore del fuoco, diminuisce di volume: se ne applica un secondo, anche sommesso al profilo, e degli altri di terra stacciata, leggieri ed uniformi, i quali apportano al modello una grossezza alquanto maggiore di quella che compete al cannone.

Si termina questa parte di lavoro, con applicare sul modello i pezzi di gesso, che figurano gli orecchioni concatenati ai rispettivi rinforzi, ed i manichetti. Interessa seriamente che le posizioni sieno determinate con rigore, onde non iscorgere nel cannone de' difetti irreparabili. Il nocciuolo de' manichetti è pieno, ed in esso de' tubi opportuni mettono il metallo in circolazione: si rende indispensabile perciò di lasciare nella forma il suddetto nocciuolo, sotto della estrazione del modello.

298. Nell' intraprendere la fabbricazione della forma, si unge il modello con sego o con cenere liscivata, ad oggetto di frapporre un ostacolo alla reciproca adesione degli strati.

Dovendo i primi strati della forma sostenere delle violenti azioni, bisognerà, che sieno duri compatti e refrattarii al punto, che l' esigono la caduta e la penetrabilità del metallo liquido, ed il vigore della sua temperatura. La composizione delle terre perciò (utile pe' modelli) si spoglia dalle parti grossolane, si corrobora in tenacità, si mescola con la stoppa, e s' impasta fino all' uniformità del mescuglio. L' esperienza contesta tuttora, che il materiale in tal guisa preparato, soddisfa completamante.

Si avvalora la tenacità dell'accennata miscela coll'aggiunzione dell' argilla calcarea (disadatta per rivestire i forni (§. 259)) la quale produce una glutine, a fervida temperatura, atta a consolidare le masse, e ad indurarle al segno da provocare le scintille dall'acciarino, fenomeno che palesano costantemente i frammenti delle forme.

Per evitare poi le fenditure ne' primi strati della forma (ch'emergono dalla grossezza, e dal sollecito diseccamento del materiale) non si attiva in verun modo l'evaporazione, e si applicano le terre sotto una tenue doppiezza. Ma dopo che l' inviluppo sarà munito della convenevole connessione, si rinforzerà la doppiezza degli strati, la densità del materiale, e la massa de' filamenti vegetali, onde preservare l' interna aderenza dall' ardore del fuoco, nel rasciugare esternamente la forma.

Portata la mole a 4 pollici di doppiezza, si cinge di ferramenti ben solidi (*Fig.* 32) acciò possa resistere agli sforzi poderosi del metallo. Alcuni sono di avviso al proposito di raddoppiare i ferramenti suddetti: l' esperienza però ha dimostrato, che collocando la spranghe *FF* tra brevi intervalli, accerchiandole, e coprendo la gabbia con istrati di terra, si po-

tranno omettere delle ulteriori precauzioni, anche nelle forme de' più grossi calibri.

299. Fabbricata la forma nel modo prescritto, si solleva per mezzo di una *grue*, e si appoggia ad un carretto, da esibire de' sostegni egualmente ripartiti. Per una difettosa disposizione, potrebbe la forma incurvarsi sotto il proprio peso. Dopo un tale procedimento si scaccia l' asse di legno, a colpi di mazza, e si ritrae la treccia di sparto, che resta priva di appoggio. Coll' ajuto indi di macchine, si erge la forma sopra basso fornello; acciò, esponendo alle fiamme la crosta del modello, ancora ad essa aderente, si desse luogo al completo disgiungimento, per la combustione de' filamenti vegetali, per l' indole dell' argilla proclive a crepolarsi, e pel distacco del modello dalla forma, causato dall' intonaco intermedio di cenere liscivata. Sempre l' impressione si disturba, e la circostanza induce ad apportarvi delle accurate riparazioni.

300. La forma si ricuoce per 9 in 10 ore, onde volatilizzare tutte le sostanze espansive; e dopo un lento raffreddamento si visita con maggiore cura e se le applica internamente uno strato di polvere carburosa, stemperata in una dissoluzione di argilla: questa tunica averte l' ossidazione del metallo, e frappone un ostacolo al suo ligamento con le terre. Nello stesso tempo si otturano gli esterni orificii degli orecchioni con zolle, a precise dimensioni, e sottoposte ai ferramenti della forma (§. 298).

301. Lo staffaggio del rinforzo della culatta col bottone, e quello della massarotta si operano con lo stesso metodo indicato, tanto in rapporto ai modelli che alle forme. Nel cingere queste moli di ferramenti, si

deve badare a disporli in esatta corrispendenza con quelli del principale inviluppo, onde avvincerne rispettivamente i ganci estremi *x y* (*fig.* 33) con fili metallici.

302. Ultimato il lavoro, si discende la forma in un fosso profondo praticato avanti del forno; in dove se le dà la posizione verticale, e vi si comprimono intorno delle terre secche: preservativo utilissimo contro i poderosi impulsi.

303. Egli è facile il ravvisare, che il metodo sviluppato esige per ciascun cannone la confezione di un modello. Il sistema espone ad errori, sia nel regolare le dimensioni, sia nell' assettare gli orecchioni ed i manichetti: sempre però cagiona la perdita del tempo, e quella della manodopera.

Il modello di bronzo, in Francia, si adottò dal fonditore Berzin. Congiunto esso al rinforzo della culatta ed alla massarotta, è soltanto diviso, giusta la lunghezza, da un piano diretto secondo l' asse.

304. Per servirsene utilmente, si appoggia la metà del modello ad un piano orizzontale, e si copre con denso strato di terra argillosa, corroborata da filamenti vegetali, e molle a segno da ricevere l' impronta provocata da una debole pressione. In questa massa si praticano parecchi incavi poco profondi; e su di essa si mettono de' carboni roventi, per diseccarla alquanto, ed anche per indurarla.

Premesso ciò, s' impasta del gesso, e si soprappone all' argilla. Il gesso si consolida prontamente; ma prima penetra nelle cavità e vi forma delle caviglie, le quali obbligano la terra a ripartire egualmente l'effetto del suo ristringimento.

Sul gesso si adatta una gabbia di ferro, composta da spranghe longitudinali e trasversali, inchioda-

te reciprocamente , e coperte da un secondo strato di gesso, che tende a dare ad essa la stabile posizione.

Si solleva in ultimo, e si gira la forma: se ne riempie il vano di carbone acceso per operare il diseccamento del materiale: e non si negligono le opportune riparazioni, e l'interno rivestimento carburoso (§. 300) che sono i mezzi idonei a ben condizionarla.

Adempita la stessa pratica sull'altra metà del modello, si congiungono i pezzi della forma, col disporne i profili in precisa corrispondenza; e dopo una tale verificazione, si fissa la mole con perni. La resistenza dell'inviluppo non ammette il soccorso estraneo delle terre intasate (§. 302).

305. Nel dichiarare brevemente la maniera di staffare con la sabbia, occorre prima di ogni altro indicare le qualità del materiale da impiegare all'oggetto.

1° » La sabbia dev'essere refrattaria: proprietà che si richiede anche nelle terre, e che deve sempre caratterizzare qualunque sostanza, la quale nello sperimentare il tormento dell'intensa temperatura, ha da serbare intatta la disposizione delle sue parti.

2° » Deve esibirsi scevera di terre, dalle quali assumerebbe l'idoneità di ristringersi, di deformare le impressioni, e di deviare dall'esattezza gli oggetti in essa modellati.

3° » Bisogna che sia ruvida ed angolosa, per facilitare la scambievole adesione delle molecole.

4° » Occorre anche che un cemento di argilla l'avvalori a conservare le impronte.

A buon conto, per aggregare le necessarie qualità, la scelta deve cadere su di una sabbia quarzosa a granelli irregolari. Si devono questi temperare con acqua

pregna di argilla fino al punto, che una impressione artefatta vi continui con distinzione nello scostare l'oggetto premente.

306. Gli ordigni da impiegare sono: delle casse di ferro grezzo, divise per metà, orlate, e munite di briglie, da permettere l'applicazione de' perni, tanto per rinserrare stabilmente i pezzi di ciscuna cassa, quanto per fissare queste l'una su dell'altra; e dei modelli di rame, i quali riuniti devono fornire quello dell'intiero cannone congiunto alla massarotta. Per tali tronchi (che sono 4 all'ordinario) si richiedono, le sezioni perpendicolari all'asse, le superficie liscie, ed un voto spazioso internamente: condizioni che agevolano l'estrazione de' tronchi suddetti dai rispettivi inviluppi, e cagionano la speditezza sulla manodopera.

307. Nell'operare con gl'indicati attrezzi, si piglia prima il modello della culatta, si colloca su di un piano, e si cinge della corrispondente cassa, con gl'intervalli egualmente ripartiti. Il vano, a riprese, si riempie di sabbia, che s'intasa accuratamente, e si copre con polvere di carbone, per toglierle qualunque vincolo col materiale della seconda cassa.

Conviene in seguito, per mezzo di una grue, soprapporre ai primi pezzi la seconda cassa col suo tronco, disponendo le briglie a portata di essere concatenate; e dopo colmarne il vano di sabbia.

La manodopera pel proseguimento è la stessa. Merita soltanto avvedutezza l'applicazione delle parti sporgenti sul modello; poichè, nel disimpegno di esse, la forma non deve riportarne alterazione alcuna. Gli orecchioni quindi, i manichetti, e l'*astragallo* si fissano nei siti convenevoli con viti interne; acciò nello sprigionare i tronchi, togliendo prima le viti, restasse-

ro questi pezzi aggiunti nella mole, senza nuocere all'impressione.

Il modello pieno de' manichetti si rimpiazza, nel voto che lascia, da un nocciuolo, modificato esattamente secondo la forma de' loro vani, e degli intervalli tra essi. L'astragallo poi, perchè restio ad uscire dall'incastratura, dev'essere diviso almeno in tre pezzi per sezioni eccentriche, le quali ne agevolano l'estrazione:

308. Eseguito lo staffaggio, la forma si scinde e si spoglia da' suoi tronchi. La casse poi, munite delle impronte, si trasportano nella stufa.

La stufa è una camera quadrata di 10 in 12 piedi di lato, rivestita con mattoni, e coperta da volta; alla quale si applica un condotto per la dissipazione del fumo. Nel mezzo della camera vi è una graticola di ferro, che sostiene le legne a bruciare, onde diseccare la sabbia liscivata delle forme, ed invigorirla contro la forte percussione, che deve sperimentare.

309. Anche l'interno di queste forme si copre con intonaco di argilla carburosa, per conseguire gli oggetti già indicati (§. 300).

ARTICOLO XVI.

Elementi per la fusione, e maniera di operarla.

310. Mettiamo partitamente in analisi le maniere di fondere negli alti forni, ed in quelli a riverbero: ed in quanto ai primi discutiamo con anticipazione gli elementi per fondere, cioè, minerale, combustibile, fondente, ed aria.

311. Interessa moltissimo di conoscere il fossile che fornisce la miniera di ferro, a norma della classificazione in vigore, per fissare il trattamento che più gli possa convenire. Le dimensioni de' forni, il combustibile, per qualità e per dose, il getto di aria, e le manovre di apparecchio e di fusione devono totalmente variare, dall'ossidolo, ch'è restio a risolversi, fino all'ossido di limo, ch' è propenso affatto a secondare l'azione della temperatura. Oltre a ciò, bisogna ben distinguere le terre in composizione, i loro rapporti, e la natura degli ossidi di altri metalli, aggregati nella matrice; onde dedurne il fondente più analogo a produrre l'economia del combustibile, la breve durata dell' operazione, e la migliore condizione ne' prodotti.

Necessita dunque che il fonditore sia pienamente informato delle qualità che specificano il minerale affidatogli, e che una lunga pratica accoppiata ad esatte cognizioni (unica guida in tali ricerche) gli abbiano fatto discernere, il modo da regolare il travaglio, le disposizioni che debba avere il forno, ed il fondente bisognevole per ciascuna carica: risultamenti che non si possono ripetere nè dalla sola teoria, nè da una pratica cieca.

312. Il carbone a bruciare si estrae dalle legne, o dalle miniere di *torba*, e di *carbon fossile*. In tutte le contrade fertili di produzioni minerali, lodevole partito si è quello di servirsene a preferenza, (che che ne dica Hassenfrathz) e di conservare le foreste; le quali abbenchè sieno di considerevoli estensioni, pure si rendono insufficienti ad alimentare perennemente i forni, atteso il tardo sviluppo di vegetazione, che riproduce le piante dopo lunghi periodi. Le miniere sono quasi inesauribili, e le foreste, con prodotti limitati, devono fornire il materiale per le macchine, per le fortificazioni delle gallerie, ed anche pel raffinamento de' ferri grezzi.

313. I carboni vegetali non tutti si bruciano alla stessa temperatura. Sono essi più o meno restii ad accendersi, a tenore della specie delle legne, del loro grado di combustione, dell' umido assorbito, e della densità dell' atmosfera. I fisici, ansiosi di scorgere l'accaloramento, che vale ad accendere un dato carbone (oggetto, a cui la semplice applicazione di un termometro ordinario non può soddisfare) hanno prodotto il seguente metodo.

Si carica un crogiuolo con pezzi di ferro, e con frammenti di carbone di note condizioni, e si rendono fervidi i materiali fino al punto di ravvisare l'accensione del carbone suddetto: a questo, si tuffa il ferro (egualmente riscaldato che il combustibile) in una vasca piena di acqua, e si prende un conto esatto dell'alterazione di temperatura, sotto l' immersione del metallo. Posto ciò, conoscendosi la capacità pel calorico, nell' unità di massa, tanto in rapporto al ferro, che all' acqua; e determinati i loro pesi, non che la temperatura del liquido prima del saggio, bastano i dati per indagare il grado di calore in cui co-

mincia la combustione, profittandosi del metodo di Coulomb.

Esprima x la temperatura del ferro o dell' accensione, e C la sua capacità pel calorico: sieno inoltre m la massa del liquido, c la sua capacità verso il fluido, e B l' aumento, che il ferro dà alla sua temperatura. All' istante che brucia il carbone, il calorico nel ferro viene esibito dal prodotto MCx; atteso che questo fluido, prima di estèrnarsi in ciascuno elemento della massa per la quantità x, deve saturarne la capacità. Dopo dell' immersione poi, il calorico suddetto, distribuendosi analogamente alle masse, ed alle capacità del ferro e dell' acqua, e promovendo nel termometro l'altezza B, avrà per espressione.

$$(MC + mc)B, \text{ e quindi}$$
$$MCx = (MC + mc)B, \text{ ed}$$
$$x = \frac{(MC + mc)B}{MC}$$

314. I carboni secondo la disposizione che hanno a bruciare possono essere impiegati in varii usi. Per gli alti forni si destinano quei duri compatti e pesanti, che forniscono la quercia, il carpino, la noce, l'acero, il faggio, e l' olmo. In generale la sperienza suggerisce le seguenti norme.

1° » Il legno, suscettibile ancora di sviluppo, produce migliore carbone di quello esausto di forza vegetativa. Sarebbe in tutti i conti preferibile l'età di 18 in 20 anni, se i fusti delle piante poco adulte nella 20*ma* parte delle selve disponibili, potessero compensare le enormi consumazioni.

2° » Non si devono trascorrere i giusti termini nella combustione, nè mancare positivamente da essi;

onde ravvisarlo occorre avvertire: che l' imperfetto carbone ha un colore quasi grigio, genera una fiamma bianca, si rompe a stento, e brucia come la legna, diffondendo del fumo: e che il carbone troppo combusto, ha un colore affatto nero, è molto tenero, è privo di suono, e rassomiglia al carbone di brace.

3° » Giova per l' intensità degli effetti finalmente l' evitare un lungo soggiorno ne' magazzini, in dove il combustibile s' impregna di umidità. Ne sono le sfavorevoli conseguenze, un risolvimento di parti eccitato dall' azione dell' acqua, ed un dispendio di calore, onde espellere dalla massa bruciante l' umidezza assorbita.

315. La torba consiste in avanzi di sostanze vegetali (come di piante, e di radici) sepolti in luoghi paludosi: il tutto nello stato di decomposizione. In alcuni pezzi di torba si distinguono delle fibre e delle diramazioni, ed in altri non si osserva traccia alcuna di vegetale.

Estratta la torba dalle paludi, in dove le piante intasate hanno sofferto una naturale trasformazione, essa è penetrata dall' acqua; e per diseccarla, si comprime, ed indi si espone ad una corrente di aria. Preparata in tal modo, ritiene ancora una dose di liquido e delle sostanze ogliose, che variano da 0, 22 a 0, 75.

Sarebbe congruente il conchiudere, che la torba secca, potendo conservare 3/4 del suo peso di sostanze volatili, debba escludersi nella fusione de' ferri. I chimici non hanno ancora rifiutato questo materiale: ma i saggi finora effettuati non danno veruna risorsa.

316. I carboni di miniera contengono, sotto dense masse, carbonio, acqua, terre, metalli, ed ogli me-

scolati con catrame ed ammoniaca . Si classificano in *secchi*, *magri*, e *grassi*: i secchi sono quasi incombustibili, e quasi inalterabili sotto il distillamento: i magri a stento producono ed alimentano la fiamma: i grassi poi, essendo rigogliosi nella combustione, operano con vigore, tanto nello stato grezzo, che dopo il raffinamento.

L' analisi del carbon fossile ha destato l' attenzione de' fonditori sulle ceneri copiose che ravvolge nella sua massa. Sono state esse valutate fino a 0, 4: dose idonea a sovvertire la regolarità del fondente. Eglino perciò sono di avviso di proporzionare le terre a vetrificare con gli avanzi di questo combustibile.

317. É stata molto discussa la preferenza tra i carboni delle legne e quei di miniera, nella fusione de' ferri. Limitandosi lo scopo alla sola intensità dell'azione, sembra a primo aspetto che si dovessero scegliere i fossili sommamente compatti; i quali, comprendendo il massimo carbonio sotto il minimo volume, possono diffondere il massimo calorico in uno spazio dato.

Non si potrebbe in conto veruno oppugnare la conseguenza dedotta, se il problema non includesse nelle sue condizioni il tempo dello sviluppo. Ora il carbone vegetale più leggiero; venendo rapidamente penetrato dall'agente, dà la massima materia per alimento della fiamma, nell' unità di tempo.

La scelta dunque deriva dalla densità de' carboni, e dalla disposizione che dessi hanno a bruciare: qualità che non possono concorrere nella stessa massa in un vantaggioso rapporto, perchè in opposizione tra loro. L' esperienza intanto, nel dirimere i pareri discordi, ha dichiarato preferibili i carboni di legne dure, come di quercia o di faggio; e che a partire da

*

questi, gli altri, o più compatti come i fossili, o più porosi come quelli che apprestano i vegetali leggieri, producono in generale più deboli effetti.

318. Riguardandosi finalmente i carboni in quanto alle dosi bisognevoli a liquefare una data quantità di minerale, si può ammettere come risultamento medio di parecchi saggi, che per 100 libbre di ferro colato, ve ne necessitano 260 di carbone minerale, e 162 di carbone vegetale. Ma i materiali primitivi non serbano tra essi la stessa relazione: giacchè, in rapporto alle legne, da cinque parti se n'estrae una sola di carbone all'ordinario, e si valuta per la metà circa il prodotto de' fossili. Essendo perciò i carboni come 260 : 162, i materiali, dai quali emergono, seguono la ragione di 520 : 810. Vi bisognano dunque più legne, ed una minore quantità del loro carbone, onde ottenere la proposta fusione.

319. Si dà il nome di fondente ad un aggregato di terre, liquativo, che accoppiato al minerale, ne accelera la fusione, ne espelle le sostanze estranee mescolate, ed anche parte di quelle combinate, e ne preserva il metallo dal pernicioso contatto dell'aria allo sbocco della corrente. Dopo servizii tanto utili si scioglie il fondente in latteruolo; che per la leggerezza, e per la facilità di consolidare, si separa dal metallo in bagno. Gli ossidi metallici, in contatto con le terre, influiscono anche ad attivare la fusione de' minerali.

320. Le terre pure saggiate isolatamente sono inalterabili. Tra esse la magnesia è la più refrattaria, secondo le sperienze di Chaptal, e la silice è meno restìa a cedere al calore, analogamente ai saggi di Saussurre. Le miscele binarie delle terre manifestano una tendenza allo scioglimento: le composizioni ternarie

poi si fondono, con particolarità quella di calce, di allumina, e di silice.

Apparisce da ciò, che qualunque sia la natura delle terre nelle matrici de' minerali, sempre la massa si può rendere fusibile, aggiungendovi: dell' argilla ch' è composta da allumina e da silice, o pure della *steatite*, ch'è un aggregato di silice, e di magnesia, se il minerale sia calcareo: della *marna* prodotta da calce e da allumina, se la silice sia la terra predominante: della steatite o della *serpentina*, quante volte il fossile abbondi di allumina: dell' argilla o della marna, se il minerale sia spatico e magnesiaco.

321. Ma perchè nelle fusioni vi è costantemente l'intervento degli ossidi, perciò il metallurgista Lampadius si è occupato ad esaminare i favorevoli mescolamenti tra gli ossidi e le terre. Dopo lunghi tentativi, egli ha conchiuso: che l' azione dissolvente degli ossidi metallici sulle terre varia per intensità: che l' ossido di piombo sembra il più atto a questo esercizio, ed in seguito quelli di ferro, di rame, e di stagno: e che tra le terre l' allumina è la più liquativa al contatto degli ossidi, indi la silice, la calce, e la magnesia.

322. Potendosi disporre di varii minerali di ferro, ne' quali la proporzione e la natura delle terre molto differissero, sarà giovevole il mescolarli, purchè conduca l' operazione a preparare un giusto fondente: derivandone spesso, che nelle specie viziose si distruggono a vicenda le imperfezioni, e che da esse si ottengono ferri ben condizionati (*a*).

(a) *Il ferro di fusione di Canneto nel distretto di Sora (ricavato in epoca alquanto lontana dalle piriti colà esistenti, ed anche da quelle delle miniere di S.*

323. Non basta il procurare l'aggregato di terre, fusibile, bisogna che ne sia la capacità la più atta all' uso. Allorchè i latteruoli sono troppo pastosi e tenaci, formano essi sul crogiuolo una vischiosa copertura, che i piccoli globetti di ferro non possono attraversare; ne restano quindi in copia rammassati sulla glutine galleggiante, con sensibile calo ne' prodotti. È da riflettersi ancora, che le suddette materie viscose si accumulano per successivi strati contro le pareti del forno, e valgono ad ingorgarlo.

Essendo al contrario fusibilissima la composizione delle terre: spesso si scioglie prima che il metallo avesse combinato il suo ossigeno: ed altre fiate lo precede, e non ne guarentisce i globetti, nel passaggio per lo sbocco del vento, dall' ossidazione e dal bruciamento. In qualunque modo, il latteruolo molto liquido logora le pareti del forno nel sito, in cui il focolare col suo ristringimento è di argine all' abbassamento celere della carica.

Il latteruolo ben condizionato deve avere una viscosità tale, da inviluppare i globetti metallici onde preservarli dai colpi del vento, e da permettere ad essi l'affondatura nel crogiuolo.

324. Il calore necessario per fondere i minerali si

Donato) non si era potuto raffinare sotto delle più energiche operazioni dell' arte. Nel 1813 *saggiammo tali barre, e ne conobbimo a chiare note l' imperfezione. Dopo varii tentativi, provocammo il raffinamento di questo ferro con aggiunte copiose di minerale dell' Elba; ed estraemmo dal maglio delle spranghe buone a tutta prova.*

sviluppa dalla combinazione del carbonio col gas ossigeno. L'aria atmosferica somministra il secondo di questi elementi, e si rende perciò di essenziale affluenza.

325. I componenti dell'atmosfera sono il gas ossigeno, il gas azoto, ed il gas acido carbonico, i quali tra i loro volumi serbano il rapporto di 21 : 78 : 1, secondo le analisi di Gay de Lussac. Trovasi anche ingombrato il fluido che circonda la terra da' vapori, e da altre sostanze estranee; ma questi variabili incidenti si omettono nelle interessanti ricerche.

326. L'oggetto che ci proponiamo intanto consiste nel determinare il volume di aria, che in un dato tempo devono espirare le macchine soffianti, per alimentare la combustione ne' forni: assumendo per base, che alla pressione barometrica di 28 pollici, ed alla temperatura di 10.° del termometro di Deluc, i pesi, dell'atmosfera e de' suoi componenti sieno,

	Per 100 piedi cubici
	libbre
Aria atmosferica	8 , 628
Gas azoto	8 , 1435
Gas ossigeno	9 , 5051
Gas acido carbonico	12 , 925 :

laonde sopra 100 piedi cubici di fluido atmosferico, la parte del gas ossigeno, del volume di 0 , 21, possiede il peso di 1 , 99607 libbre.

Premesso ciò, osserviamo che una libbra di carbonio, analogamente alle sperienze di Saussurre, si com-

bina con 2, 846 libbre di ossigeno, onde produrre 3, 846 libbre di acido: ma l'ossigeno suddetto, nello stato di gas, occupa il volume 29, 94 piedi cubici, ed è compreso in 142, 58 piedi cubici di aria: ne deriva quindi, che per bruciare una libbra di carbone, vi bisognano 142, 58 piedi cubici di aria atmosferica.

Si è veduto antecedentemente (§ 318) che il carbone vegetale, per fondere 100 libbre di ferro, ascende a libbre 162 in circa; e che il carbone di miniera, da impiegare per lo stesso oggetto, si può valutare per libbre 260. Nel primo caso dunque necessita un volume di aria di 23097, 96 piedi cubici: nel secondo poi (ribassando il carbonio a 230 libbre, atteso l'abbondanza delle ceneri (§. 316)) deve estimarsi il volume del fluido per 32793, 4 piedi cubici.

Un alto forno, alimentato dal carbone vegetale dà un medio prodotto giornaliero di 3500 libbre di ferro grezzo. Nel decorso di ore 24, vi bisogna dunque una corrente atmosferica di 808428, 6 piedi cubici; di cui la quantità affluente per ciascuno minuto primo è 561, 4. Ordinariamente però 400 piedi cubici di aria per minuto, atti a combinare 0, 7 di carbonio, in circa, sono bastevoli; poichè 0, 3 di combustibile restano assorbiti dall'ossigeno del minerale, dal ferro che si trasforma in grafite, e dai fluidi, che si rendono carbonati prima di sfuggire dall'orificio superiore del forno. Un calcolo consimile si può produrre in rapporto al carbone di miniera.

327. Sulle accennate condizioni, il fonditore ha da riconoscere il suo motore, e scandagliarne quindi la sufficienza.

L'aria che vibra nel forno una macchina soffiante

emerge dal prodotto dell'orificio per la velocità, o sia per lo spazio che la sua corrente percorre in un minuto secondo (ammessa costante la forza di espirazione). Il primo di questi elementi è di facile misura: il secondo poi si può calcolare sull' esperimento che passiamo ad indicare, preferibile a qualunque altro per la precisione de' risultamenti.

Un cilindro di latta *a* (*fig.* 34) si colma di acqua. La parete superiore *m* del cilindro si concatena col tubo *b*, e questo si arresta a qualche distanza dal fondo. Con un secondo tubo *c* ricurvo si mette in comunicazione il cilindro *a* e la cassa del vento *q*. A tale apparecchio, lo sforzo dell' aria obbliga il liquido a montare fino a che il carico della colonna possa bilanciare la pressione che la promove.

Per istabilire il calcolo, si rifletta: che dalla sperienza proposta si ricava l'altezza dell'acqua che contrabbilancia l'effetto del fluido: che dalle tavole per le gravità specifiche si ha il rapporto di 850 : 1 tra l'acqua e l' aria: e che dalle leggi della *idrostatica* si rileva che le altezze delle colonne in equilibrio sono nella ragione inversa delle gravità specifiche. Esprima perciò *h* l'altezza del liquido nel tubo: quella da competere all'aria premente sarà $850h$, e la velocità correlativa terrà per espressione $\sqrt{800 . 2gh}$. Questo è il valore del volume del fluido atmosferico affluente in un secondo di tempo.

La valutazione è anche minore dell' effettiva. La rarefazione ne' forni, rende il fluido interno incapace di sostenere il peso atmosferico, scevro da qualunque compressione: il fenomeno però è totalmente indipendente dall' efficacia del motore.

328. Passiamo ora a descrivere il procedimento di fusione.

Il travaglio per un alto forno esige almeno cinque artefici; de'quali, tre nel basso sorvegliano la fusione e le macchine soffianti, ed estraggono il latteruolo; mentre gli altri due si occupano sopra, del trasporto e delle cariche de' materiali.

Preparato il bisognevole in minerale, carbone, fondente, ed utensilii, il fonditore prende un esatto conto del volume di ciascuna carica completa, sullo scopo di determinare in ogni rinnovazione, quale sia quella che si para alla bocca del vento (*Nota* 8 *part.*2). Procede in seguito ad esaminare diligentemente la condizione del forno, e trovandolo disposto all' esercizio di una *campagna* lo fa colmare di combustibile.

Si appicca il fuoco per l'alta, o per la bassa apertura del forno. Il timore di danneggiare la solida connessione delle pareti, pel dilatamento della gran massa fluida che si genera ne' primi periodi della combustione, induce alcuni fonditori ad intraprendere la manovra dall'alto; senza darsi carico dello sciupio di carbone, necessario a conseguire l' opportuna fervenza in mezzo alla libera dissipazione del calore. Il procedimento più economico e più regolare consiste nell'appiccare il fuoco dal basso: nè si rischia d'incorrere in sinistri accidenti, quante volte con giuste misure si mette un argine al progresso rapido della temperatura, e si obbliga questa ad avanzare lentamente la sua attività. L' espediente più efficace si è l' abbandonare la combustione alle [illegible] forze, privandola di esterno soccorso fino a che si [illegible] al dissip[illegible] [illegible]mpleto delle sostanze vo- [illegible] [illegible]uppo subitaneo potrebbe [illegible] [illegible]derne l' adesione.

[illegible], si deprime, e lascia un

voto: se ne rimpiazza il consumo, e nell' eseguire ciò, si ripone nel mezzo della carica una piccola dose di minerale accoppiata al fondente ad essa corrispondente. Nelle cariche successive poi si aumentano le dosi del minerale analogamente agl' incrementi dell' accaloramento.

Si occupa quindi il fonditore ad istabilire una solida graticola sul crogiuolo, impiegandovi delle barre di ferro a brevissime distanze. L' operazione tende a forbire il crogiuolo suddetto, ed a coprirne le pareti con sabbia carburosa, che impedisce ad esse di collegarsi col ferro liquido. Nell'osservare finalmente l'approssimazione del minerale al crogiuolo, per mezzo delle frequenti scintille, che sfuggono dalla bassa apertura di manovra, si libera il primo vento.

Allorchè si mettono in esercizio le macchine soffianti si vede che la carica del minerale è 1/4 circa di quella che il forno può sostenere. Con aumenti progressivi, in 8 giorni, si porta la suddetta carica ai 3/4 della sua convenevole misura, relativa alla capacità del forno, all' indole del combustibile, ed alla fusibilità del fossile.

La bassa apertura si ottura con una parete di argilla, che si fora di tempo in tempo, per dare scolo ai vetri galleggianti. Prima però che il forno dichiarasse un andamento uniforme è commendevole l' astenersi di manovrare sul crogiuolo, onde non attirare degl' inconvenienti inevitabili, nel congiungere al debole calore il suo dissipamento nel sito, ove il metallo in bagno giace fuori la sfera della sua massima attività.

Durante le descritte manovre si preparano le forme, e dopo di averle infossate, loro si applicano i canali di comunicazione. Ravvisandosi d' altronde colmo il

crogiuolo, si arrestano le macchine soffianti, e con un palo di ferro acuminato si scaccia il turacciolo, e si dà corso al metallo, che fluisce secondo l'inclinazione de' canali.

Eseguita la prima fusione, gli artefici forbiscono il crogiuolo, ne otturano l'orificio, liberano di nuovo il vento, e si accingono ad una nuova fusione, subordinata alla medesima pratica.

329. Per dimostrare come l'azione del forno possa preparare e fondere il minerale conduce il riflettere, che all'esterno de' frammenti, il contatto del carbone sottrae l'ossigeno combinato, e nell'interno, i fluidi carbonati vi producono il medesimo effetto. La fusione poi è il prodotto della scala di temperature, rapidamente crescente dall'alto al basso: sotto le cui poderose variazioni il minerale e le terre dilatano i loro meati, sprigionano la massima parte delle sostanze loro combinate, ed indi si fondono in prossimità dello strato di massima fervenza. Il liquamento delle terre precede sempre quello del minerale.

330. Nel guidare un alto forno, bisogna assicurare sopra indizii certi la regolarità de' successi, ed apprestare subitanee correzioni, allorchè si prevedano, con segni non ambigui, de' perniciosi eventi. Ben numerosi caratteri palesano la condizione di un forno in esercizio: fa d'uopo però attenersi a quelli che manifestano: 1° il ferro in bagno: 2° il latteruolo: 3° i fenomeni alla bocca del vento: 4° il romoreggiamento che di continuo si propaga.

1° » Se il metallo sia liquido oltremodo, tardo a consolidarsi, di grana nera, e coperto da scorie carburose, desso si troverà quasi in bruciamento; e vi si darà riparo coll'accrescerne la carica. Se all'incontro sia poco subordinato alle leggi de' liquidi, bisognerà

osservare, se ciò succeda per un grado di raffinamento, o per una debole azione di temperatura. Nel primo caso il metallo conserva un aspetto bruno, non projetta faville, e passa lentamente allo stato solido: nel secondo poi, le scintille sono abbondanti, facile l' induramento, ed eseguito questo ad aria libera, la frattura del metallo esterna il colore bianco, ed un tessuto lamelloso. In ambedue le circostanze si dovrà riscaldare il forno da vantaggio: nella prima però, con invigorire la corrente di aria, e nella seconda, col ribassare il carico del minerale.

2° » Il latteruolo dimostrerà ad evidenza che la carica del minerale ecceda la misura convenevole alla condizione del forno, quante volte non si possa tirare che in fili corti, e proclivi a perdere la cedevolezza; o pure, se ravvolga nella sua massa del ferro copioso, ed anche de' materiali coagulati. Per dichiarare l' abbassamento della carica regolare, e buone le produzioni, il latteruolo deve cedere in lunghi fili, non deve attaccarsi agli utensilii di manovra, e deve presentare un colore opaco, ed una massa poco cavernosa.

3° » Allo sbocco del vento si fa attenzione al colore delle scorie, al gocciolamento del metallo, ed alle vibrazioni della fiamma. Le scorie hanno da palesare un colore rosso verdiccio. Il gocciolamento del metallo deve effettuarsi con eguali intervalli: e questo si può osservare pel voto, che la violenza del calore lascia nel sito di massima combustione. Le vibrazioni della fiamma, bisogna, che sieno uniformi.

4° » Finalmente, un fragore interrotto, venendo causato dall' affluenza tumultuosa de' gas carbonati, indica chiaramente una coagulazione di materiali, che

permette a riprese lo sprigionamento de' suddetti fluidi, sotto reiterati impulsi.

Non sono le osservazioni proposte da negligersi, essendone interessantissimi i risultamenti, e dannevoli quindi le omissioni.

331. In quanto ai forni a riverbero, se lo scopo sia quello di rifondere le ferracce carburose, per vantaggiarle in tenacità (§ 287): si riscaldano essi con anticipazione al rosso bianco, periodo, in cui la sabbia sparsa sul crogiuolo e sul suolo inclinato (§. 289) acquista un principio di vetrificazione. Si passa inseguito a caricare il forno, impiegando all'oggetto frammenti di vecchi cannoni, massarotte, e ferracce modellate in pezzi. Si adempie a questo celeramente per non infiacchire il grado di temperatura. Lotate in ultimo le aperture, con tre ore circa di fuoco, le masse si sciolgono, ed assumono la liquidità necessaria pel riempimento delle forme.

Le parti rugginose del metallo, perdendo del carbonio (che si combina col gas ossigeno), e con esso la disposizione a liquefarsi, restano coagulate nel crogiuolo, e possono sostenere il battimento de' magli, nel modo che si pratica pe' masselli che forniscono le forge di raffinamento (§ 146).

Occorrendo di rifondere i ferri carburosi si elegge il combustibile minerale, che opera intensamente, ed allontana gl' irregolari successi.

332. Tutte le volte poi che l' esercizio dei forni a riverbero tenda alla fusione del bronzo (§ 261), nella carica vi sono tre oggetti da riguardare: 1° la quantità dei materiali: 2° il rapporto tra i metalli in lega: 3° la collocazione delle masse.

1° » Egli è essenziale per qualunque forno, purchè non sia disposto a ricevere le cariche a riprese, di fis-

sare le prime mire sulla quantità de' materiali; ricavandola dal complesso de' vani a riempire, del peso specifico del bronzo nel dato rapporto di lega, e del calo: questo ultimo dipende dalla sublimazione de' semimetalli e di altre sostanze che ne sono suscettive, e dalle perdite accidentali alle quali si va incontro per l'imperfezione dello staffaggio, per le differenze sul peso specifico delle masse a risolvere, e per le diramazioni del metallo nelle fenditure delle forme. Non potendo essere precise le valutazioni accennate, sono nell'obbligo i fonditori di accrescere le loro cariche al di là del bisogno, e di assicurare in tal modo l'esito delle fusioni.

2° » Perchè la lega deve corrispondere a quella prescritta dai regolamenti, e nelle cariche si ammettono vecchi cannoni, differentissimi per la proporzione degl'ingredienti, bisogna perciò colare una verga 4 in 5 ore prima della fusione (periodo in cui le masse sono già liquide, ed intimamente mescolate), e sommettere questo pezzo di saggio alla prova degli acidi (§. 176). Con tale procedimento si discerne la correzione da far subire alla lega, non solo in rapporto ai metalli di carica, ma anche in quanto al calo da essi sperimentato dopo 17 in 18 ore di alta temperatura.

3° « La lunga pratica ha suggerito, che il contatto tra le pareti del bacino, ed i bronchi metallici deve essere di breve latitudine; e che tra questi, i più retinenti a secondare le variazioni del calore, per un denso aggregato di elementi, esigono un posto in prossimità della graticola, ed a portata della più viva impulsione della fiamma.

333. La vigilia del giorno destinato alla fusione si dà fuoco al forno. Per alcune ore si alimenta la com-

bustione con due legne ben secche in ciascuno minuto; e se ne assegna una sola nel proseguimento.

Per le prime due ore di azione non si manifesta veruno fenomeno nel forno, a causa del fumo denso che l'ingombra; ed i condotti trasmettono un vapore oscuro. A misura poi che il calore riceve nuove forze, valide a dileguare le esalazioni, la fiamma progredisce, e perviene ai condotti, diffondendo un chiaro lume nel forno. Dopo 4 in 5 ore di bruciamento, sbocca la fiamma dagli spiracoli in piena corrente; ed è allora, che se ne otturano i due in corrispondenza del focolare, per concentrare vie più la temperatura.

Scorse 6 in 7 ore di tormento, comincia a sciogliersi il metallo, e si gettano nel bacino i pezzi di rame puro, se ve ne bisognino; i quali di unita a tutta la massa di carica presentano un completo liquido dopo 14 ore circa di fuoco.

Un'ora prima della fusione si sottraggono le scorie che galleggiano sul bagno, s'introduce lo stagno, e si agita il liquido con pertica di legno verde: questa, nell'eccitare effervescenza, protegge la miscela, e distacca dalle pareti del bacino gli strati coagulati. S'invigorisce il fuoco all'esecuzione dell'indicata manovra, onde produrre nella lega una grande liquidità.

Prima di forzare il turacciolo, si forbiscono i canali, e si aprono gli orificii delle forme, già visitate con diligenza: indi con opportuni provvedimenti si dirige la corrente, e si arrestano le scorie: ed in fine si ricoprono le forme piene col carbone rovente, per rifuggire il contatto dell'aria, e con esso l'accelerazione del raffreddamento.

ARTICOLO XVII.

Operazioni necessarie per ultimare la fabbricazione delle artiglierie.

334. Estratte le forme dal fosso, già raffreddate, si frangono, e si scrostano da esse i pezzi modellati. Riesce laborioso il tentativo, a causa del reciproco ligamento tra i materiali, che l'argilla carburosa debilita, ma non distrugge (§. 300); e più di ogni altro, per la resistenza di quella parte di metallo, che nel fondo della forma, caricata da una poderosa pressione, si apre degli aditi nelle fenditure dell' argilla, le dilata le colma, e vi consolida i filamenti, concatenati con la grande massa. Sono queste diramazioni che presentano il massimo ostacolo.

335. Distagliato il cannone dalla crosta esteriore, si passa immantanente al taglio della massarotta (*Nota* 9 *part.* 2.) che deve sempre gravitare sugli oggetti di fusione, e formare massa con essi, per assorbire le sostanze estranee galleggianti, per comprimere, e per fornire metallo nel ristringimento. I metodi variano: il più semplice si è quello di accostare al cannone od all' obice in rotazione una solida lama di acciajo, con taglio a sbieco, e di metterla in contatto col pezzo sulla linea di connessione della massarotta con la tromba. Fatto questo preparativo, la lama comincia ivi a rodere, ed a praticare incavo; ed animata da una forza compressiva, non soffre interruzione di effetto. Le massarotte de' mortari si staccano con la sega ordinariamente.

336. Al taglio della massarotta succede il foramento.

Ne' primi tempi i cannoni si fondevano voti. Per ciò ottenere si disponeva nel mezzo della forma un cilindro di argilla di diametro inferiore al calibro, e questo si sosteneva con tre spranghe di ferro, applicate nel sito della culatta. Con tale consuetudine, dopo la fusione, si doveva assoggettare l'anima del cannone al solo pulitore; onde appianarvi delle scabrosità, e ridurla alla dimensione prescritta dalle ordinanze. Era sufficiente ed analogo alla semplicità della manovra l'uso della barrena verticale, il meccanismo di cui tendeva ad abbandonare l'arme sul sostegno verticale del pulitore, ed a condizionare questo per asse di rotazione; poichè l'esercizio del peso obbligava il coltello ad avanzarsi successivamente, ed a produrre la necessaria regolarità.

Nell'epoca di miglioramento, ravvisati degl'inconvenienti rimarchevoli annessi alla fabbricazione de' cannoni voti, si adottò l'utile pratica di fonderli pieni, per forarne in seguito l'intiera anima. In effetto il cilindro di terra spesso deviava dalla verticale sotto l'impulso del liquido, e sempre impediva l'uniforme ristringimento del metallo, cagionandovi delle numerose ed anche delle profonde cavità.

Questa innovazione prodotta nelle fonderie escludeva l'uso della foreria verticale, mediante la quale era facile il praticare de' fori eccentrici. Maritz si avvisò di disporre il cannone orizzontalmente, e di girarlo sotto l'azione de' foratoi, guidati da una stabile barra, e diretti secondo l'asse dell'arme. La conseguenza pregevole del metodo si è, che l'immobilità della barra di guida contesta la marcia centrale del coltello; e che all'incontro uno scuotimento qualunque la dichiara difettosa, ed avverte in tempo a ripararvi.

337. Il sistema di forare orizzontalmente è quello

adottato in generale. Le distinte pratiche differiscono negli stabilimenti a tenore dell'energia del motore: sempre però il meccanismo è congruente allo scopo. In alcune di queste macchine, la spinta del coltello e la rotazione del cannone si ripetono dallo stesso agente: in altre poi, con più facile costruzione, e con minore conformità negli effetti, sono divise le potenze. In alcune di esse, l'affluenza della forza motrice abilita ad applicare successivamente tutti i foratoi alla medesima barra, onde conseguire spedite produzioni: ed in altre, non potendosi superare la resistenza con movimento equabile, si fora a riprese, senza accelerare il lavoro. In somma in queste macchine a preferenza può rifulgere il genio di costruzione.

338. Le vedute nel forare devono consistere principalmente: nell'applicare con esattezza il foratojo al centro del pezzo, e nel correggerne, sotto i primi giri, la posizione, se lo scuotimento la dichiari erronea (§. 336): nel frenare, con frequenti briglie, la barra di guida sul banco che la sostiene, per avertere col deviamento del coltello l'irregolarità del travaglio: nel dare alla suddetta barra quella lunghezza richiesta dall'anima a forare, ed una solida riquadratura, valevole a sottrarre le fibre dallo slegamento: nell'impiegare un coltello particolare, detto del *fondo*, quante volte l'intensità della potenza permetta di affidare tutti i coltelli alla medesima guida: nel regolare finalmente l'effetto utile del motore in guisa ch'essendone lo sforzo analogo alla resistenza, la velocità fosse incapace ad eccitare un vivace riscaldamento; mediante il quale, stemperandosi gli utensilii, recherebbero positivo disordine nella qualità del lavoro.

339. Forata l'anima di un cannone, o di un obice

(qualunque ne sia la consuetudine), vi si fa scorrere il pulitore, ad oggetto di calibrarla, e di fare sparire l'asprezza delle fibre lacerate, abbenchè queste sieno imperfette nella lega (§. 161). Il pulitore è un cilindro di ottimo acciajo: esso ha nel verso della lunghezza il taglio a sbieco ed a tempra durissima, per ischivare degli ondeggiamenti, che non si potrebbero togliere senza ingrandire fuori regola il calibro del pezzo.

340. Circa i mortari, se ragionevole è il sistema di fonderli voti, non sembra giustificato egualmente il divieto dell' interna pulitura. I fonditori molto commendano la durezza in tal sito, e sono nella lusinga che sommi vantaggi dia in pratica quella crosta, che il metallo acquista al contatto dell'argilla; quasi che le bombe eseguissero de' poderosi rimbalzi nelle anime de' mortari.

Lungi dal recare utile, il ruvido inviluppo dell'anima è dannevole sotto tutti gli aspetti. La sua esistenza rende l' anima irregolare, cavernosa, e proclive all' evasamento. Non può essere regolare il vano; poichè il nocciuolo di argilla si logora, e soffre un alterazione di forma sotto il versamento del metallo. Le cavità emergono dai vapori, che il gran calore sprigiona dalla massa di terre, e che dilata vigorosamente. La tendenza poi che acquista il metallo a risolversi, e ad ossidarsi al contatto degli acidi, ed anche la durezza, sono prodotte dall' accumulamento dello stagno combinato, e dalla miscela con le terre che si staccano dal modello dell' anima.

Si scorge dunque il bisogno di assoggettare le anime de' mortari a qualche foratojo, ed al pulitore; onde distruggere l' inviluppo impuro, spianare le cavità, e rendere il vano di perfetta rivoluzione. Qualunque sia

il metoto che si prog etti per effettuare la manovra, sempre la barra deve girare, e deve parimente essere compressa, per forare sino al fondo dell' anima.

341. I cannoni fabbricati con lo staffaggio di terre si sommettono al torno; ma quelli di ferro, modellati nelle forme di sabbia si escludono da un tale trattamento, per essere convenevole alla regolarità del servizio l' assettamento esteriore delle briciole metalliche. Conservano essi d'altronde una maggiore durezza, e rifuggono il pieno dominio dell' ossigeno; il che non avrebbe luogo, se l' incrostatura esterna, poco alterabile alle fasi atmosferiche, dovesse necessariamente posporsi alla debita liscezza.

342. Dopo le descritte operazioni si trapana la lumiera, collocando il pezzo in modo che il suo asse risulti orizzontale, e quello degli orecchioni verticale: si applica quindi il punteruolo secondo la giusta direzione, e si dà moto al trapano.

Ne'pezzi di bronzo, la lumiera si corrobora con un grano di rame, meno solubile negli acidi di quello che lo sia la lega. In alcune fonderie, il grano si mette nella forma prima di riempirla; ma la difficoltà che sperimenta il bronzo liquido a collegarsi col rame solido fa sovente trapelare l' acqua nell' esecuzione delle prove. La manovra a freddo è commendevole. Essa si riduce ad avvitare il grano nelle pareti dell' arme, in dove, con apparecchio, il tutto si rende unisono allo scopo. Il grano a freddo appresta tra le altre risorse quella, che degradato dopo lunghe scariche, si può speditamente cambiare.

Serve per l' operazione accennata un trapano, che si fa ordinariamente agire, o per una direzione obbliqua, lasciando il pezzo orizzontale, o per linea verticale. La disposizione verticale del foro e del trapano

non riceve intoppo, per l'erronea inclinazione del foro: e questo incidente, nel primo caso, fa variare la posizione del cannone da renderla sempre dubbiosa.

ARTICOLO XVIII.

Verificazioni, e prove ordinarie

243. Ultimata una bocca da fuoco, si visita provvisoriamente, per confrontarne le dimensioni co' precetti delle ordinanze. I regolamenti tollerano que' nei, che non pregiudicano l'esattezza delle armi, sul riflesso che gli strumenti dell' arte eludono spesso la vigilanza degli artefici.

344. Il metodo da praticare nell' esame in questione fu sancito in Francia nel 1769; e con esso si stabilirono i mezzi geometrici, onde effettuarlo. Fa mestiere dunque di attenerci a tale ordinanza, per verificare con discernimento un pezzo di artiglieria, e per decidere a ragion veduta se sia suscettibile di ricezione.

345. » Per verificare se i cannoni, e gli obici abbiano esattamente le misure e le dimensioni prescritte, si collocheranno l' uno dopo dell' altro su due sostegni, posti in corrispondenza del primo rinforzo e della volata. Si prenderà primamente la lunghezza dal vivo della bocca fino all' estremità della fascia alta di culatta, col soccorso di una riga paralella all' asse del pezzo. Non vi sarà di tolleranza, che 1/2 linea in eccesso, o in difetto dalle misure delle tavole. »

Si adempie al presente articolo dell' istruzione, appoggiando il pezzo a due cavalletti, e dando la posizione orizzontale tanto al suo asse, quanto a quello de-

gli orecchioni. In rapporto all' asse primario, si deve avvicinare alla bocca dell' arme il lato *A B* di un pendolo (*fig.* 35), ed indi sollevare o deprimere la volata fino a che il peso penda per la direzione segnata nello stesso ordigno : condizione che rende verticale la sezione alla tromba, ed orizzontale quindi l' asse, che serba col suddetto piano l' incontro perpendicolare. Si procura poi la posizione orizzontale all' asse degli orecchioni, coll' applicare su di essi i rami di una doppia squadra *H H* (*fig.* 36.), identici ed a sufficienza spaziosi, onde comprendere il corpo del pezzo senza l'impedimento de' manichetti ; e coll' ergere sulla doppia squadra la livella *A*. Il pezzo si deve girare sul proprio asse fino a che lo stame del pendolo vada a coprire la linea tracciata nella livella.

Fissata l' arme in tal modo, se ne verifica la lunghezza con la riga di ferro *M N* (*fig.* 37). In questa i limiti relativi ai differenti calibri sono denotati da rette perpendicolari al lungo lato : condizione che fa rilevare se la riga sia paralella all' asse del pezzo. Si procede all' esame, applicando all' orlo della fascia alta di culatta l' estremo *M* della riga (da dove partono le lunghezze), e sostenendola in avanti con la righetta F ben riquadrata. La righetta appoggiata alla bocca dell' arme secondo il diametro orizzontale, si arresta (nel caso di una lunghezza esatta) sulla linea della grande riga che ne fissa il termine ; o pure sempre paralellamente alla suddetta linea, si deve racchiudere l'intersezione delle righe nello spazio in più o in meno tollerato dai regolamenti.

346. Segue l' istruzione ». La profondità dell'anima » si misurerà con riga rotondata in un suo estremo, » affinchè l' apice della convessità, toccando il fondo » del vano, si presti per una più esatta determina-

» zione. Si passerà all'oggetto $1/2$ linea di divario » .

Per non moltiplicare invano gli strumenti di verificazione, la grande riga descritta (§. 345) si utilizza benanche ad esplorare le lunghezze delle anime corrispondenti ai calibri. Le misure si segnano nel profilo *G*, a partire dall' estremo *N* rotondato. Essendo precisa la lunghezza dell' anima, al limite del pezzo dovrà risultare allogato il segno della riga; per assicurarsene, si può impiegare la righetta *F* con pratica identica alla prima verificazione. In qualunque caso poi, il cannone sarà ammissibile, se il termine dell' anima esista tra i limiti permessi.

347. » La lunghezza dalla fascia alta di culatta al
» davanti degli orecchioni sarà riconosciuta con una
» riga munita di anello ad un suo estremo. Vi sarà
» $1/2$ linea di tolleranza.

La riga *K* che serve per tale esame (*fig.* 38), ne' cannoni di grosso calibro, ha il suo bordo superiore *a b* tangente al vano dell' anello (§. 242), il diametro di cui corrisponde a quello degli orecchioni, ed anche al calibro. La lunghezza in questione si prende dal punto *f* fino all' intaglio *g* per ciascun verso.

Ne' pezzi di battaglia, trovandosi l'asse degli orecchioni sommesso a quello dell'arme per $\frac{1}{12}$ del calibro, la riga *K* si dispone secondo questo principio; ed all'oggetto il prolungamento del suo lato superiore scinde il vano dell' anello in modo, che le altezze degli archi, sieno $\frac{5}{12}$, e $\frac{7}{12}$.

348. » Dovendo gli orecchioni essere a squadra col-
» l' asse del pezzo, fa d' uopo che il loro asse sia per-
» pendicolare al piano verticale, che passando pel cen-

» tro della lumiera, bipartisca il pezzo nel verso del-
» la lunghezza. »

Supposto l'asse degli orecchioni orizzontale (posizione preliminare data ad esso), vi si colloca sopra la livella appoggiata alla doppia squadra (§. 345). Nel caso che il filo si metta a piombo sulla linea che unisce i punti culminanti della culatta e della tromba, il successo è conforme al prescritto dalle ordinanze.

349. » L'asse degli orecchioni ne' pezzi di battaglia
» si deprime per $\frac{1}{12}$ del calibro in rapporto a quello
» dell'arme, e per $1/2$ calibro ne' cannoni di assedio e
» di difesa. Vi si ammette $1/2$ linea di eccesso o di di-
» fetto. »

Lo strumento eligibile al proposito presenta due righe di rame (*fig.* 39 *e* 40.) che s'incrociano ad angoli retti, e può l'una di esse scorrere su dell'altra col favore del tallone *V* corredato di vite, onde fermare i pezzi a volontà. La riga *A* (che si destina per verticale) ha gli estremi *E D* piegati a squadra, e disposti parimente a ricevere delle viti, affinchè si possa applicare alla bocca del cannone, e darle immobilità contro la corona del metallo. Questa riga contiene ancora nel verso delle piegature estreme, lo stelo di ferro *S* ad essa perpendicolare, e la traccia *c d*, che si rende tangente alla bocca dell'arme, allorchè lo stelo si fa poggiare sulla parete inferiore dell'anima. Superiormente a *c d* si segnano delle paralelle: e perchè n'è lo scopo quello di dirigervi il lembo superiore della riga orizzontale *B*; perciò ognuna tra esse, che si riferisce a grosso cannone, si traccia alla distanza del semicalibro dalla retta *c d*; le altre poi, da prestarsi pe' pezzi di battaglia, si elevano sulla prima per le rispetti-

ve metà dei calibri, aumentate di $\frac{5}{12}$.

Per operare, si situa la macchinetta contro della tromba, e vi si dispone in maniera che la riga *B*, fissata al giusto segno, sia orizzontale (condizione che si verifica col pendolo della livella *L*) . Si prende in seguito un altra riga *F*, e si appoggia successivamente sopra ciascuno degli orecchioni ed il sostegno che porge la riga *B* col suo prolungamento. Ravvisandosi, col mezzo della livella, la spranga *F* orizzontatale, resta lo scopo adempito. Tutte le volte però che il pendolo devii, il cannone non si potrà rigettare, se abbassando od elevando la riga *B* nei limiti della tolleranza, si' pervenga a correggere la direzione del pendolo suddetto.

350 » Si passerà per gli orecchioni una lunetta di » giusto calibro (indicato dal diametro della palla) » con 3 punti di variazione. »

Due lunette ordinariamente si destinano all'uopo, discordi ne'loro diametri per 4 punti in più, ed in meno dal regolare. La grande lunetta, senza intoppo, deve scorrere per gli orecchioni, e la piccola deve ricusarsene, per l'esatto adempimento di questo articolo. Lo scrutinio cade ancora sulle lunghezze degli orecchioni, e su i rispettivi rinforzi: misure di facilissima esecuzione.

351. » I diametri esterni ne'differenti siti del pezzo » saranno conformi alle tavole: Si permetterà in que» sto 1/2 linea di alterazione. »

Può servire per tale verificazione un compasso ricurvo, disponendo l'allontanamento delle punte analogamente al diametro da esplorare. L'esame ha luogo alla fascia alta di culatta, e ne' siti della lumiera, de' rinfor-

zi, del bottone, del suo collare, e dello sporto della tromba.

352. » L' anima del pezzo deve essere concentrica, » senza onde ed impressioni; che perciò trovandosi in » essa una cavità profonda più che 1 1/2 linee, l'arme » sarà rigettata. Per le cavità esterne si potrà estende- » re la tolleranza fino a 2 linee. »

Pel difficile scandaglio delle cavità interne e della regolarità dell'anima, si sceglie la *stella mobile a tamburo*.

Rappresenti *A* un tamburo di rame (*fig.*41, 42, 43) del diametro di 2 pollici, alto 5 linee, ed attraversato da una vite di ferro, i passi di cui abbiano una linea di elevazione. La vite *a* si fa entrare nella madrevite *c*, e questa si affida nel mezzo di una stella ordinaria *G*. Nel ramo *f* della stella vi scorre una linguetta *g*, a cui il tamburo *A* trasmette il movimento verticale per mezzo delle liste *hh*. I rami della stella poi perpendicolari alla linguetta sono forati per ricevere le estremità della forcina *D*, che rende la stella maneggiabile.

Dopo il descritto congegnamento è evidente, che facendo girare la vite *a* nella madrevite *c*, il tamburo si eleva o si deprime per una linea in ciascuno rivolgimento, mette in moto la linguetta *g*, ed astringe questa a montare o a discendere anche per una linea.

Nell' esercizio intanto, l' accennata rotazione succede dentro del pezzo, ed in conseguenza non a vista dell'operatore; bisogna quindi disporre il tutto a portata delle osservazioni, con esterno meccanismo. A tale oggetto, l' estremità della spranga *D*, opposta alla forcina, si munisce di una seconda madrevite *m* (identica alla prima) ed anche del ma-

schio *n* e del tamburo *G*, eguali, ed in corrispondenza co' primi pezzi. Da questa disposizione n'emerge, che inviluppando i due tamburi con un nastro, l'aggiramento non sovverte l' esattezza del loro livello.

Si perviene a meglio distinguere la marcia ascendente de' tamburi, ed in conseguenza quella della linguetta, che deve misurare le cavità e le vestigie nell'arme, coll' ergere una verga di ferro *L* verticalmente: col segnare in questa delle tracce discoste per una linea tra esse: con lo stabilire nel piano superiore del tamburo 12 divisioni eguali: e col vietare la rotazione all' ago *OP* che vi si soprappone, affidandone al montante *L* l' estremità *O* forcuta. L' ago, ritenendo in tal guisa il solo moto verticale, ascende per una linea a ciascun giro, mentre i numeri del quadrante ne indicano le 12*me* parti.

Nell' adoperamento della macchinetta si esige alle volte l' applicazione di uno specchio *M* tra i rami della forcina, ed in avanti una candela di cera *N* come il tutto si osserva nella figura.

Per discernere con la stella mobile se l' anima di un cannone sia perfettamente cilindrica, bisogna connettere tutti i pezzi che la compongono, e girare i tamburi in modo, che il lembo superiore della linguetta *g* livelli l' orlo del suo canaletto, che l' estremità *O* dell' ago tocchi la prima linea del montante *L*, e che il tamburo *G* presenti il segno XII sotto la punta dell' ago. S' introduce in seguito la stella nel cannone con la disposizione perpendicolare all' asse, ed a 3 pollici dalla bocca si effettua il primo scandaglio. La manovella *H* perciò si gira a dritta ed a sinistra, onde scorgere se la linguetta possa avere giuoco; che subito si palesa sulle divisioni del quadrante, distinto da punti,

ed anche da frazioni di questi. Con la medesima cura si manovra da 3 in 3 pollici per tutta la lunghezza dell' anima, e si ravvisa in tal modo la scala de' diametri.

Se s' imprenda di misurare la profondità di un evasamento prodotto dal mobile ne' suoi rimbalzi, il metodo di agire è lo stesso: il dippiù nell'apparecchio consiste ad accendere il lume, per dirigere la linguetta nell' incavo.

Se poi l' indagine riguardi le piccole cavità interne, si deve sostituire alla linguetta *g* un' altra acuminata, onde sia atta a penetrarvi.

353. La situazione rispettiva de' manichetti, e le loro dimensioni si verificano col profilo di lamiera *A* (*fig.* 44): in dove *a a* esprime la distanza media in alto, *b b* l' altra nel basso, *a b* l' altezza, e *c d* la doppiezza del metallo.

354. Relativamente ai mortari ed agli obici, alcune dimensioni si verificano cogli stessi metodi assegnati. Un ordegno particolare bisogna per misurare le lunghezze delle anime e della camera, ed i diametri ad esse corrispondenti.

Le parti costitutive di questo strumento sono. 1° Una stella *a a* (*fig.* 45) a tre rami, proclive a scorrere lungo la spranga *G K*, e ad esservi fissata in qualunque sito dalla vite *b*. Ciascun ramo contiene un tallone *c*, che si guida e si arresta a volontà. 2° Un' altra piccola stella *D* a quattro rami relativa al calibro, che serve ad esplorare il diametro della camera. Per darle giuoco, la barra di guida si scanala da *K* ad *f*, e s' introduce in essa il quadrello *G i*; il quale, forzato, spinge la stella *D* lungo *K f*. 3° Un ceppo duro *E*, anche particolare per ciascun calibro, modifi-

cato al disotto analogamente al fondo della camera, e fissato al termine della spranga di guida.

Nel verificare il vano di un obice o di un mortaro: i talloni *cc*, ben disposti, fanno conoscere il diametro dell' anima: la stella D fa scorgere quello della camera: e le distanze segnate sulla barra ne denotano le rispettive lunghezze.

355. Adempite le visite provvisorie con quella cura richiesta dall' importanza dello scopo; la stessa ordinanza prescrive delle prove ordinarie. Queste vengono giustificate dal bisogno di prendere conto della durezza e della tenacità del metallo, e più di tutto per rendere ostensibile qualche difetto locale, che gli strumenti di verificazione non possono svelare. Prosegue al proposito il regolamento.

356. » Le visite provvisorie descritte si faranno nel-
» la fonderia, ed indi si trasporteranno al campo di
» prova le bocche da fuoco che saranno riconosciute
» idonee; montandole su vecchi affusti, ed assogget-
» tandole ai seguenti saggi.

» 1.° I cannoni per gli assedii e per le difese so-
» sterranno sul campo di prova quattro scariche suc-
» cessive; delle quali, le due prime si eseguiranno con
» le cariche al terzo del peso della palla, e le due
» restanti con le cariche metà dello stesso peso. I can-
» noni di campagna poi sperimenteranno quattro col-
» pi di prova sotto le seguenti cariche

Calibro	Polvere per le due prime cariche.	Polvere per le due ultime cariche.
Da 12	4 libbre	5 libbre
Da 8	2 1/2	3 1/2
Da 4	1 1/2	2

Ciascun mortaro tirerà quattro colpi a piena came-
» ra, qualunque ne sia il calibro; de' quali i due pri-
» mi a 30° di elevazione, e gli altri a 60°.

» Per gli obici si effettueranno cinque scariche a ca-
» mera piena. »

L'uso di premettere nelle prove due tiri a carica ordinaria concorre bene alle mire, a cui esse tendono: difatti, accalorate le pareti dell'arme coi primi colpi, si tormentano in seguito con poderose scosse in una sfavorevole condizione.

» 2°. Allorchè il pezzo avrà subìto un tale speri-
» mento, si eleverà di volata, se ne otturerà la lu-
» miera con caviglia di legno, e si riempirà di acqua.
» Con iscrupolosa inspezione si esaminerà se l'acqua
» trapeli, e se il grano di lumiera sia stato solidamente
» avvitato. Il pezzo dovrà rifiutarsi se vi esista (in
» qualche sito diverso da quello della lumiera) sen-
» sibile comunicazione tra l'interna e l'esterna pa-
» rete, disvelata dal liquido.

357. Dopo le verificazioni e le prove esposte, si riconducono alla fonderia le armi già sperimentate, si assoggettano ad un secondo pulitore per forbirne le

animе, e per dar loro il vento, si taglia il massello fuso in massa col bottone, e si procede quindi alle visite definitive, unisone alle provvisorie descritte.

ARTICOLO XIX.

Fabbricazione delle armi da fuoco portatili per l' infanteria.

358. Di queste armi ne abbiamo divisato le parti costitutive (*art.* XIII), ne spilupperemo ora il metodo di fabbricazione, attenendoci (come sopra) alle ordinanze del 1777 corrette nell'anno 9.

359. La canna per le armi da fuoco d' infanteria, dovendo possedere la lunghezza di 42 pollici, il regolamento assegna alle lame da impiegarvi quella di pollici 36; onde astringere il forgiatore a raddoppiare le calde, per tirare il ferro alla prescritta misura, con vantaggiarne lo stato di depurazione, e la tenacità.

Ciascuna lama ad una delle sue estremità è larga 5 pollici, e diminuisce gradatamente fino a 3 pollici, ch' è la sua larghezza nell'estremo opposto : le sue doppiezze poi sono 5 linee nella parte più larga, e 2 linee 6 punti al termine del ristringimento. Le dimensioni così stabilite vengono giustificate dall' importanza di dare alle pareti della canna forgiata un esterno inviluppo, che non sia, nè molto prossimo alla lima, nè del tutto remoto. Non molto prossimo, per cancellare completamente le vestigie difettose della resistenza che il ferro oppone alle impressioni, senza ledere la convenevole solidità. Non molto remoto, per evitare una più lunga manodopera, un maggiore detrimento nelle macchine e negli utensilii, la facilità di errare, e la distruzione degli strati esteriori, raffinati su-

periormente al fuoco della forgia. Il peso della lama risulta di libbre 9 1/4 in 9 1/2.

360. La cura di fabbricare la canna si commette ad un artefice, detto cannoniere, coll' assistenza di un garzone di forgia; il quale dimena il mantice, e concorre al battimento del metallo rovente.

La prima operazione del cannoniere è diretta ad incurvare la lama nel verso della lunghezza. La riscalda perciò nel mezzo al colore ceraso (a), e su di una forcina di ferro (sostenuta da un ceppo) avvolge la parte estuante del metallo ad un fuso conico, con vigorosi colpi di mazza: ne incrocia quindi i bordi tagliati a sbieco, e ne rettifica la disposizione sull' incudine. Passa dopo ad arroventare ed a curvare gli estremi della lama, ma senza soprapporne i lembi, come nel mezzo.

Procede l' artefice alla saldatura. Egli effettua ciò con accalorare il ferro al colore bianco, e coll' intraprenderne l' esecuzione (per agio di manovra) nel sito in cui gli orli della lama cominciano ad incrociarsi. È indispensabile intanto il precettare quanto segue: di ben sostenere le estremità del tubo nel trasportarlo dalla forgia all' incudine, essendone arroventato il mezzo, per impedire che si scinda: di dare le calde da 2 in 2 pollici al più, mentre, per una maggiore lunghezza, potrebbe il metallo dissipare in parte il calore, smarrire la disposizione di concatenare le fibre, e

---

(a) *Il ferro e l' acciajo prima di fondersi palesano successivamente i seguenti colori: giallo di paglia, rancio, violetto, turchino, rosso debole, ceraso, rosso bianco, e bianco saldante.*

ricevere una viziosa saldatura: di otturare con argilla l'orificio che si espone al fuoco, per non sommettere al bruciamento gli strati interni del tubo, e per evitare qualche nociva combinazione: di percuotere anche orizzontalmente la parte che si salda, onde rammassare le molecole, che la temperatura dilata per tutti i versi: di situare il tubo in uno degl' incavi conici dell' incudine, per non deformarlo col battimento: di saldare gli estremi della canna sulla bicornia, onde meglio introdurvi i foratoi.

Saldata la canna per tutta la lunghezza, vi si distrugge la porosità con arroventarla dinuovo quasi al bianco da 2 in 2 pollici, e con assoggettarla (priva del fuso interno) a colpi deboli ed accelerati. Questo maneggio è valido a corroborare anche le giunture, ed a fornirle di assoluta resistenza.

361. Dalla forgia si passano i tubi alla *foreria*. La macchina (*fig.* 46) presenta una rota idraulica *A B*, all' asse di cui *C D* si fissa stabilmente un altra rota dentata *R R* di minore diametro. Il movimento si trasmette con tale meccanismo a due rocchetti *M M*; i quali per opposti versi obbligano alla rotazione i rispettivi assi, cui vengono affidati. Gli assi *O P* si muniscono di rotelle *r r* parimente dentate; ed esse, stabilite ad eguali distanze, fanno rivolgere, senza scuotimento, altrettanti piccoli rocchetti *m m*. A questi secondi rocchetti (proporzionali nel numero alla forza motrice) si applicano per direzione centrale le saette, contro delle quali le canne da forare *c c* si spingono con pressione uniforme. Ciascuna canna viene fermata in mezzo ad un piccolo carretto, che scorre lungo i correnti del banco.

Il foratore si serve a riprese di 22 punte conformate in piramidi quadrangolari dimezzate. La più debole

tra esse possiede 5 linee di massima doppiezza, e la più forte ha 7 linee e 5 punti. L'attrito altera oltremodo la temperatura del tubo: si evita intanto qualunque deformazione in esso, facendovi sopra gocciare dell'acqua; anche per preservare la tempra delle saette.

Inasprita la canna per la lacerazione delle fibre prodotta dal taglio trasversale nel forare, si ricuoce con legno bianco, onde mitigarne l'interna ruvidezza, e renderla cedevole all'azione de' pulitori. Questi ordigni (differenti dalle saette per una maggiore lunghezza) col togliere le vestigia d'irregolarità nell'anima, la riducono al giusto diametro di 7 linee e 9 punti.

362. Per avanzare con avvedutezza la manodopera, si procede a raddrizzare la canna, operazione che adempie gli oggetti riuniti, di ben dirigere i tiri, e di prolungare la durata dell'arme. Gli artefici addetti a questo ramo di travaglio sogliono ad occhio disimpegnarlo, senza il soccorso degli strumenti: per altro si può impiegare all'uopo la *corda*, così detta, la quale fa scorgere senza equivoco le flessioni. Queste poi si distruggono con pochi colpi di martello a mano, che si scaricano sul tubo a freddo.

La corda consiste in un filo di ottone, attesato da un arco di acciaro. Onde operarla, si passa il filo per la canna, se ne procura la tensione, e si osserva se il contatto con le pareti abbia luogo in tutta la lunghezza, e per tutti i lati. La diligente inspezione esige di presentare la canna al giorno, di girarla lentamente, e di mirare in una maniera conducente a distinguere la corrispondenza del filo col lato che copre.

363. Lo sgrossamento della canna si effettuava prima

con la semplice azione delle mole; e n' erano le conseguenze, vaghe sottrazioni di metallo, continue verificazioni, difformi doppiezze, ed il celere logoramento delle stesse mole. L' invenzione del torno (fatta in Francia) mise in accordo la perfezione del lavoro, la speditezza della manovra, e la conservazione delle macchine.

Due barre di ferro *B B* (*fig.* 47) dritte, lisce, e solide formano i pezzi principali del torno; ed esse orizzontali, e poggiate a validi sostegni, serbano tra loro una convergenza identica a quella che spetta ai lati opposti della canna finita. Una di tali barre guida il coltello *C*; il quale, mentre con moto uniforme (provocato da un *Crich*) la scorre, stacca dalla canna l' esuberanza di metallo, analogamente all' inclinazione delle barre suddette. La canna, fissata in mezzo del banco con anelli, aperti nel verso del coltello, si libera alla rotazione.

Coll' esercizio del torno, l' uso della mola resta limitato ad appianare le tracce del torniamento, a ben distinguere le facce di culatta (quante volte non vi sia una macchinetta destinata all' uopo) ed a munire il ferro di tempra, quale argine alla degradazione.

Si fabbricano le mole con la pietra *gres*, che riunisce a preferenza l' idonea durezza a quella scabrosità tanto efficace a logorare il metallo. La connessione della pietra esige uno scrupoloso esame, non dovendosi adoperare nè anche se fosse lesa lievemente; poichè la celerità della rotazione dilaterebbe le fenditure, e produrrebbe una violenta separazione di parti, con pericolo de' lavoratori.

364. La canna si fornisce: 1° della lumiera: 2° del bottone di culatta: 3° del risalto.

1° » Si fora la lumiera con quattro punteruoli, de' quali tre alquanto conici, ed il quarto cilindrico di una linea di diametro. Il centro del canaletto si scosta per 7 linee dal grosso estremo del tubo, e si dispone nel mezzo della faccia laterale.

2° » Il bottone di culatta si fa lungo 8 linee e si modella a vite. Esso otturerebbe la lumiera (che si fora a 7 linee dall'orlo della stessa culatta) se non fosse obbliquamente scanalato. La pendenza è necessaria per mettere la carica in comunicazione col polverino, e per assicurare in tal modo la combustione totale della polvere.

3°» Il risalto sulla canna si applica nella prossimità della bocca: l'incastratura deve quindi approfondirsi analogamente alla tenuità del metallo in detto sito.

365. Essendo la canna il pezzo più importante di un' arme da fuoco portatile, ed essendo quella che deve sostenere frequentemente degli sforzi poderosi, bisogna perciò che si sperimenti con prove attive, dopo un esame provvisorio sulle qualità richieste per la ricezione.

Serve all'oggetto il banco di prova, in dove le canne divise tra esse da prismi di ferro (onde preservare le tenaci dagli effetti nocivi di quelle che si scindono) si tormentano con due cariche, ben intasate, di ottima polvere, e ciascuna di peso equivalente a quello della palla.

Dopo questa prova ordinaria, le canne si lasciano per un mese in un recinto umido, detto *sala di umidità*. Ad onta che da molti si riguardi come superflua una tale esposizione, pure la sperienza persuade in contrario, e giustifica la prescrizione. In effetto basta esaminare un verbale qualunque compilato nelle prove delle canne, per avvertire, che tra quelle rifiutate, 2/3

lo sono state alle visite definitive nel toglierle dall'umidezza; a motivo che soltanto la lunga permanenza nell'umido disvela quei locali difetti di raffinamento o di fabbricazione impercettibili all' occhio più esercitato, con fenditure trasversali e longitudinali.

366. La verificazione poi si opera: col misurare i diametri della culatta e della bocca, ed anche quelli di due siti intermedii, onde riconoscere l' uniformità nel decremento delle doppiezze: con lo scandagliare il calibro: col ricercare le interne cavità e le impronte de' foratoi: coll' esplorare la fermezza del bottone: coll'esaminare la lumiera circa il diametro e la posizione: coll' osservare infine se gl' incavi spirali praticati nella canna oltrepassino 8 linee. Il prolungamento dell' impronta spirale dà ricettacolo agli acidi, e fomenta il corrodimento del metallo nel sito in cui il fluido motore provoca la massima resistenza.

367. La fabbricazione della piastrina deve affidarsi ad abili artefici, addestrati nell'esercizio della lima, e consueti ad eseguire degli esatti lavori.

Si sono progettate delle macchine a questo riguardo, nell' idea, che potessero supplire con vantaggio agli ordinarii procedimenti. Ma le macchine, operando in un modo violento sul ferro, che per sua natura si ricusa alle impronte, gli fanno sperimentare un disturbo nella connessione delle fibre, da renderlo fragile, e di breve durata.

Nell' eseguire il travaglio per via di macchine si abbozzano alla forgia tutti i pezzi della piastrina, e si dà loro assettamento in alcune forme di ferro rivestite con solidi strati di acciaro a forte tempra. In tali forme i pezzi suddetti restano modellati sotto le percussioni energiche di un bronco metallico, che si lascia cadere da un' altezza considerevole. Bisogna posterior-

mente ricuocere il ferro con legne bianche, per cancellarvi l' asprezza, e prepararlo quindi alla lima, destinata sempre ad ultimarne il lavoro.

368. Qualunque sia la consuetudine di fabbricazione, il corpo della piastrina e tutte le altre parti di un fucile (eccetto le sole molle) si espongono ad una superficiale cementazione; affinchè sotto della tempra, acquistando esse una esterna durezza da rendere lisce le superficie, e perciò inalterabile il giuoco di scarica, abbiano internamente un aggregato di fibre non carburoso, che le sottrae dalla frangibilità.

All' oggetto si prende una cassetta di lamiera, se ne copre il fondo con polvere di carbone ben stacciata, e su tale strato si mettono alcuni de' pezzi a cementare. Applicato un secondo strato di carbone, vi si adattano sopra altri pezzi; procurando d' involgerli nella massa combustibile, senza il contatto o reciproco o con le pareti della cassa. Otturata in ultimo la cassa, e lotatene le fenditure, per impedire la penetrazione dell' aria, si accalora in un fornello provvisorio, che si fa nelle occorrenze con mattoni a secco. Dovendo le viti assumere una lieve tempra si lasciano tre ore all' ardore del fuoco. Gli altri pezzi si riscaldano per quattro ore circa, ed indi s' immergono nell' acqua (operazione che si esegue anche per le viti) onde sollecitare il raffreddamento.

Si restituisce alla noce, alla briglia, allo sparatojo, ed alla vite del cane, una parte della malleabilità che smarriscono con la tempra, debilitando alquanto il vigore di questa: laonde gl'indicati pezzi si accalorano dinuovo ad aria libera, fino a che palesino il colore turchiniccio (a) sotto la dispersione del carbonio.

(a) *Nel ricuocere l' acciaro temperato manifesta esso*

369. Le molle finalmente sono di acciajo, e per temperarle si arroventano al colore ceraso (§. 360) e si tuffano nell' acqua. Siffatto trattamento attira ad esse una durezza inerte; laonde per ravvivarle, conviene ungerle di oglio, riscaldarle dinuovo ad aria libera, e raffreddarle anche nel liquido.

370. Nel portare l' esame sul fucile finito non si può disconvenire che, congruentemente al suo meccanismo, tutte le parti devono concorrere con efficacia all' effetto: che perciò qualunque neo altera una di esse, conturba ancora la scambievole armonia, e se ne ha un chiaro segno nel giuoco di scarica. La macchinetta è ben condizionata quando possiede il complesso delle seguenti disposizioni.

1° » Il corpo della piastrina dotato di superficie piane e lisce fino all' attondimento della coda, onde aggiustarvi il bacinetto, il cane, e la batteria; ed in esso, i fori ben calibrati, i filetti spirali precisi, ed esatte le distanze de' loro centri.

2° » Il bacinetto stabile nella sua incastratura, ed il piano superiore de' bordi laterali a squadra sul corpo della piastrina.

3° » La batteria disposta a presentare un esteso bersaglio alle percosse della pietra, ed a coprire perfettamente il bacinetto: la sua faccia d' altronde perpendicolare al corpo della piastrina, ben forato il piede, e la piegatura di questo in contatto esatto con la molla di resistenza.

---

in sequela i colori: giallo di paglia, rancio, porporino, violetto, e turchino. L' iride sarà più sensibile, allorchè l' acciaro abbia subito una buona pulitura prima della tempra.

4° » Il cane collocato ad una giusta distanza dalla batteria, e disposto a portare il fuoco nel mezzo del bacinetto. La mascella superiore inclinata per comprimere la pietra più estesamente, e la vite perpendicolare alla mascella inferiore e paralella quindi alla cresta, ch' è il mezzo idoneo per impedirne la frattura.

5° » L' albero della noce alquanto sporgente sulla piastrina, onde schivare l' attrito sotto l' abbattimento del cane, che si dovrebbe vincere a dispendio dell'impulso di scarica. La noce spaziosa, per iscostare dal suo centro il becco dello sparatojo, ed evitare così la forte pressione del grilletto. Gli appoggi poi di riposo e di tensione allogati co' loro salienti nella medesima circonferenza; affinchè, nello svincolare il becco dello sparatojo dall'intaglio di tensione, non s' imbattesse in quello di riposo, con detrimento delle parti in collisione, e con mancanza di effetto.

6° » Lo sparatojo di una doppiezza eguale a quella della noce; ed il suo becco (che sostiene lo sforzo della molla motrice) esatto nell' addentare gl' intagli; senza di che, il cane anche in riposo potrebbe abbattersi.

7° » Tutte le molle centinate, di ottimo acciaro, e di poca doppiezza: condizioni utili a non privare il giuoco della sua vivacità. Il piccolo ramo della molla di azione ben assettato sulla piastrina, ed il lungo libero da qualunque attrito, che sarebbe d' inciampo alle sue vibrazioni. Le molle poi della batteria e dello sparatojo in accordo con la prima per le attività.

8° » Le viti finalmente cilindriche: i loro filetti vivi e profondi: le teste lisce, e le fenditure in esse

disposte ad esibire delle prese non vacillanti, che dispongono le viti suddette ad uno spedito maneggio.

371. La bacchetta si forgia in due pezzi, impiegando per la testa lo stesso acciajo che si destina per la lama della bajonetta. Sarebbe vantaggioso il sistema di fabbricare la bacchetta con una sola verga di mostra, per evitare le nocive conseguenze della saldatura.

Per un tale lavoro, il forgiatore prepara i quadrelli di acciajo, e li salda sotto una calda violenta. Ricalca quindi una punta della verga, e ne rotonda il resto da 3 in 3 pollici; appoggiando la parte ch'espone al battimento ad un canaletto conico, modellato nel masso dell'incudine. In ultimo sgrossa la bacchetta, la tempera, e la ricuoce: ne perfeziona la testa al torno: ne pulisce lo stelo con una dolce lima: ne intaglia la punta in filetti spirali: e ne verifica le dimensioni, adoperando il calibro.

372. In rapporto alla bajonetta, la lama si fa di acciaro, ed il *manico* di ferro; a motivo che su di questo si carica tutta la reazione.

Le prime operazioni nel forgiare il manico sono, il riscaldare una barra di mostra, il tirarla secondo le dimensioni del gomito, ed il lasciarvi un piccolo massello ad una estremità per saldarvi la lama. In seguito si schiaccia l'altro estremo della barra per fabbricare il tubo: il ferro dilatato si ravvolge quindi ad un modello, e se ne saldano i lembi soprapposti con deboli colpi ed accelerati. Si piega in fine la barra, dandole quella curvatura che compete al gomito; onde riunire ad una solida resistenza la facilità di caricare l'arme senza l'impedimento della bajonetta.

Preparata la lama d'altronde, si salda al massello del gomito, si attorce per fermare uno de' suoi angoli

al dorso, e si scanala, obbligando il metallo rovente ad assumere le impronte de' modelli analoghi.

Il lavoro della bajonetta si completa, barrenando il tubo, limando tutte le parti accuratamente, e temperando la lama.

373. La cassa di un arme da fuoco portatile si fa di noce, legno eligibile per la durata, e per la pulitura di cui è suscettivo. Il materiale deve stagionare tre anni almeno in magazzini ventilati, acciò dissipandosi l' umido (fomite della putrefazione) si potesse ottenere un lungo servizio, senza fenditure o dissesto di fibre.

I legnami intanto hanno da palesare il grigio. I bianchi, perchè provengono dall' alburno, devono essere rifiutati; come pure quelli variati, o nel colore da macchie gialliccie, o nell' aggregato fibroso da f ri di tarli, o da altre marche che denotano imminente decomposizione, o difettosa qualità. In generale la buona riuscita del legno dipende dal terreno che lo ha nudrito, dall' età, dal trattamento posteriore al taglio e dalla cura di strofinarlo assiduamente con panno impregnato di oglio.

374. Cercandosi in ultima analisi di verificare un arme completa, bisognerà scinderla nelle sue parti, ed esaminare: se la canna sia incastrata nel fusto per metà: se la culatta abbia esatto appoggio sul ceppo (condizione che preserva la cassa sotto le replicate scariche): se nel cadere il cane sulla batteria dia a questa sufficiente impulso da scoprire il bacinetto: se la solidità e l' armonia delle molle mettano esattamente in giuoco il fucile: se i pezzi temperati, e non raddolciti con posteriore riscaldamento si ricusino alle impressioni della lima: se l' assettamento della piastrina sia preciso: se l' impugnatura sia a sufficienza arcuata,

da non produrre un recesso significante ne' tiri: se le fascette e gli altri ordigni di guarnitura sieno bene applicati: se la bacchetta compressa nel mezzo descriva una curva di 5 pollici di altezza, e se la sua tempra resista alle prove di vigore. Relativamente alla bajonetta poi si dovrà osservare l'aggiustamento del tubo (i lembi di cui hanno da toccare quelli della canna e del fusto) la disposizione degl' intagli, il movimento dell' anelletto, la divergenza della lama, e la sua elasticità. Per questa ultima verificazione si piega la lama suddetta ne' versi opposti, sotto del quale tormento non deve ritenere flessione alcuna, nè deve esternare indizio di lesione.

FINE DELLA PARTE SECONDA.

PARTE III.

Effetti del fluido contro del mobile.

375. Dopo l' analisi dell' agente e delle armi imprendiamo a scrutare gli effetti contro della palla, causati dal primo, e sostenuti dalle seconde.

Perchè il motore imprime delle velocità nell' ostacolo con isforzi non interrotti, ed il limite dell'azione si prefigge alla bocca del pezzo; da tal sito perciò il mobile, abbandonato dagli attivi elementi, dovrebbe equabilmente lanciarsi nello spazio, se il mezzo e la gravità non disturbassero il suo corso. L' esame attuale dunque prescrive la ricerca delle velocità, ed in seguito quella delle variazioni che soffre il projettile nella traslazione al bersaglio, o sia lo sviluppo della teorica de' tiri.

SEZIONE I.

Velocità delle palle da cannone.

376. Sebbene la corrente fluida che sbocca dal cannone continui le sue pressioni, se dessa serbi una velocità superiore a quella della palla, e desista dall' esercizio in un punto qualunque dell' anima, se ivi abbia col mobile equilibrata la sua velocità (§. 216), pure l' ardua impresa di discernere gli esatti termini dell' acceleramento, c' induce (come abbiamo avvertito (§. 375)) a supporli alla bocca del pezzo, ed a considerare costantemente ivi allogato l' origine delle projezioni. La velocità iniziale perciò è quella con la quale la palla sfugge dall' arme, e quindi lo spazio ch' essa percorrerebbe equabilmente in un minuto secondo, dopo di essersi dall'arme svincolata. In qualunque punto della *traettoria* poi la velocità dicesi residua.

Delle conseguenze utili apporterebbe la dichiarazione precisa di questa teoria, con particolarità il vedere a chiare note i risultamenti comparativi di que' saggi che tendono ad introdurre nelle bocche da fuoco delle necessarie innovazioni. Il soggetto però si sottrae dalla buona analisi, e dalle sole pratiche ingegnose riceve valutazioni ammissibili.

ARTICOLO I.

Rapporto tra lo sforzo sulla sfera, e quello sul cilindro ad essa circoscritto.

377. La prima veduta nell' attuale teoria deve riguardare il risolvimento di azione che il motore sperimenta per la convessità delle palle.

La forma eletta pe' projettili di artiglieria è la sferica, tanto per proteggere in certo modo un lungo servizio ne' pezzi, quanto per ischivare delle perdite significanti di acceleramento nel provocare la resistenza del mezzo. Contro la sfera intanto la corrente elastica vi decompone la sua attività, e non può trasmetterle quel movimento che comunicherebbe al cilindro ad essa circoscritto. Da questo emerge un rapporto, che noi determineremo sopra ipotesi, per esserci ignota la direzione secondo la quale i filetti concorrono ad espellere l' impedimento alla loro dilatazione.

Robins ammette eguali gli effetti sulla sfera e sul cilindro, ma la sua opinione è ragionevolmente rigettata. Due pareri sono adottati in generale per dirimere la quistione, cioè l' affluenza della corrente elastica al centro del globo, e la sua marcia paralella all'asse del pezzo.

378. Supponiamo che ciascuno de' filetti fluidi RH (*fig.* 48) si diriga al centro della palla O. A motivo che non deve esso spingere l'ostacolo per la direzione OH perpendicolare alla tangente in H, ma secondo LO: perciò la sua efficacia si risolve nelle componenti HO, e CR. Di queste la RC resta distrutta dalla componente di TK, che l' è eguale ed opposta, e la CH sod-

disfa alle mire: onde succede che la forza dell'elemento elastico sta alla parte utile $=$

$$RH : HC = OH : HM = MD : MH.$$

Lo stesso ragionamento avendo luogo per tutti i filetti che partono da RL' ci abilita ad asserire, che la somma delle loro attività stia alla parte operativa, come il rettangolo OD alla porzione circolare $MHLO$: attesochè i filetti hanno la medesima vivacità, e le paralelle ai lati opposti nel rettangolo sono tutte eguali tra loro. Facendo poi rivolvere siffatti spazii intorno ad OL, si manifesterà per integrazione, che l'intensità assoluta stia alla relativa applicata alla superficie della porzione sferica nel verso di OL, come il cilindro che genera OD al solido che emerge dallo spazio $MHLO$. La relazione dunque tra le analitiche espressioni di tali solidi ci appresta quella da competere in generale alle forze, analogamente alla prima delle ipotesi enunciate.

Sia perciò L l'origine delle coordinate; e quindi

$$NL = x, \ NH = y, \ LO = r.$$

L'equazione al cerchio in tal caso è

$$y^2 = 2rx - x^2;$$

ed essendo il valore in simboli del cilindro di OD, $\pi y^2 r$, verrà esso denotato parimente da

$$\pi r (2rx - x^2) \ . \ . \ . \ (a),$$

La rotazione dello spazio $MHLO$ fornisce un segmento sferico, in cui y è il raggio della sezione, ed x l'altezza; ed anche un cilindro, che ha per base la sezione del segmento, e per altezza $NO = r - x$. Il primo solido viene espresso da

$$\pi x^2 \left(r - \frac{x}{3}\right) \ . \ . \ . \ (b):$$

ed il secondo da

$$\pi y^2 (r - x) \text{ o pure da}$$

$$\pi(2rx - x^2)(r - x) \ldots (c).$$

Lo sforzo dunque sul cilindro sta a quello che spinge il solido sferico ad esso corrispondente, come l'espressione (a) sta alla somma delle altre (b) e (c) =

$$\pi r(2rx - x^2) : \pi x^2\left(r - \frac{x}{3}\right) + \pi(2rx - x^2)(r - x).$$

Portando l'azione sull' emisfero, risulterà $x = r$; ed il rapporto rendendosi più semplice ne' suoi elementi, sarà

$$\pi r^3 : \frac{2\pi r^3}{3} = 3 : 2.$$

In questa supposizione perciò il motore agisce con $\frac{2}{3}$ della sua efficacia.

379. L' ipotesi più plausibile si è quella che ciascun filetto elastico RH (*fig.* 49) abbia una direzione primitiva parallela ad OL, ed inclinata all'elemento della curva sotto l' angolo GHR. La spinta obbliqua ci prescrive di distinguere le componenti HG, HG'; delle quali: la prima HG sfugge per la tangente, ed obbligherebbe il mobile alla rotazione, se non fosse frenata, da un altra ad essa eguale, e disposta a promovere lo stesso movimento nell' opposto verso: la seconda poi $HG' = RG$ si dirige al centro O, ed esige una seconda decomposizione. Abbassata all' oggetto GU perpendicolare ad HR, apparisce che la sola RU attiva la projezione: laonde la forza dell' elemento sta alla parte utile =

$$HR : RU = HR^2 : RG^2 = OH^2 : MH^2.$$

Ora perchè alla ragione de'quadrati bisogna sostituirne una tra rette (mezzo opportuno per la solita integra-

zione) e questo si può ripetere dalla parabola; perciò col vertice O, e col parametro eguale al raggio, si descriva siffatta curva. Essa dovrà passare pel punto F, atteso le condizioni premesse.

Fissiamo intanto al vertice O l' origine delle coordinate: sarà $OD = x$, $DK = y$, $LO = r$. Le forze da comparare serbando il rapporto di $OH^2 : MH^2$, saranno ancora $=$

$$r^2 : r^2 - y^2$$

(valori rispettivi delle suddette quantità). Ma per l' equazione alla parabola si ha

$$y^2 = rx \text{, perciò}$$

$$r^2 : r^2 - y^2 = r^2 : r^2 - rx = r : r - x =$$

$$LO : DL = ME : KE.$$

Coll'estendere l' esame su gli altri filetti che partono da BR, si scorge vertere tra essi lo stesso rapporto circa le attività assolute e le relative: circostanza che fa rettamente giudicare che le somme rispettive sieno come il rettangolo OE allo spazio parabolico $OKEL$. Facendo poi girare tutto il sistema intorno ad OL, i termini di paragone verranno distinti dal cilindro di OE, e dal solido che genera lo spazio $OKEL$.

Il cilindro di OE tiene per espressione

$$\pi y^2 r = \pi r^2 x \text{ . . . . } (a).$$

Il solido di $OKEL$ risulta dal conoide parabolico che fornisce OKD nella rotazione, e dal cilindro di DE. Per la valutazione del conoide, l' espressione generale

$$\int \pi y^2 dx$$

si trasforma (atteso l' equazione della parabola) in

$$\int \pi r x d x = \frac{\pi r x^2}{2} \ldots (b).$$

In quanto al cilindro di $D E$ si ha

$$\pi y^2 (r - x) = \pi r x (r - x) \ldots (c).$$

Stabiliti i surriferiti valori possiamo conchiudere che lo sforzo sul cilindro stia a quello che sperimenta il solido sferico ad esso attinente, come l'espressione (a) alla somma delle due (b) e (c) =

$$\pi r^2 x : \frac{\pi r x^2}{2} + \pi r x (r - x).$$

Nella ipotesi dell'azione sul emisfero, o sia di $x = r$, la ragione enunciata darà

$$\pi r^3 : \frac{\pi r^3}{2} = : 2 : 1$$

cioè che la corrente elastica paralella all'asse del pezzo spinge la palla con la metà della sua energia.

380. Per discutere il problema con caratteri più generali, applicabili ad un solido qualunque di rivoluzione, premettiamo: che quante volte il fluido agente (*fig.* 56) con la risultante $A O = f$ spinga il piano $B R = c^2$ sotto un angolo $A O B$, l'effetto avrà luogo per la direzione $A M$ perpendicolare al piano, ed all'efficacia relativa denotata dalla stessa $A M$ competerà l'espressione

$$f c^2 q^2$$

(chiamando q il seno dell'incidenza). L'effetto utile intanto dovendosi esercitare secondo $L O$, induce a risolvere $A M$ nelle due $A L$ ed $L M$: di queste la prima si presta completamente, e la seconda tende a deviare il piano $M O$ dalla direzione del motore. I trian-

goli simili *A M L* ed *A M O* ci danno l'angolo $AML = AOM$, e per questo

$$A L = f c^2 q^3.$$

Ritrovato siffatto valore, supponiamo che una curva qualunque ed il suo piano si aggirino intorno ad un asse, e prendiamo in considerazione la zona che genera un elemento della suddetta curva. Dando x ed y per simboli alle coordinate, e dirigendo per ipotesi i filetti fluidi paralelli alla linea delle ascisse, sarà

$$q = \frac{d y}{d s}, \text{ e}$$

$$c^2 = 2 \pi y d s, \text{ e quindi}$$

$$f c^2 q^3 = \frac{2 \pi f y d y^3}{d s^2}:$$

dal che si rileva che lo sforzo sulla superficie di rivoluzione deve estimarsi per

$$2 \pi f. \int \frac{y d y^3}{d s^2}$$

381. Nel farne un applicazione, assumiamo pel cerchio l'equazione al centro, cioè

$$y^2 = r^2 - x^2:$$

differenziando si avrà,

$$y d y = x d x, \text{ e quindi}$$

$$d x^2 = \frac{y^2 d y^2}{x^2}$$

L'espressione dell'elemento $d s$ di una curva essendo $\sqrt{d x^2 + d y^2}$, nel nostro caso sarà

$$\sqrt{\frac{y^2dy^2+x^2dy^2}{x^2}}=\frac{dy}{x}\sqrt{y^2+x^2}=\frac{r\,dy}{\sqrt{r^2-y^2}},$$

e $\quad ds^2=\dfrac{r^2\,dy^2}{r^2-y^2}$: laonde

$$2\pi f.\int\frac{ydy^3}{ds^2}=2\pi f.\int y\,dy\left(\frac{r^2-y^2}{r^2}\right)=$$

$$2\pi f\left(\frac{y^2}{2}-\frac{y^4}{4r^2}\right).$$

Posto $y=r$, lo sforzo al limite massimo verrà indicato da

$$2\pi f.\frac{r^2}{4}=\frac{\pi f r^2}{2}.$$

Ma $\pi f r^2$ è l'azione assoluta sul cerchio massimo, quella perciò sull'emisfero, essendo $\dfrac{\pi f r^2}{2}$ si dimostra identica alla già ritrovata (§. 379) nella supposizione de' filetti paralelli all' asse del pezzo: condizione anche adottata nel risolvere il problema generalmente (§. 330).

ARTICOLO II.

Ricerche teoriche per determinare la velocità iniziale.

382. Robins per via di sintesi, ed Eulero in seguito con elocuzione analittica ci hanno proposto un metodo per indagare la velocità iniziale di una palla da cannone, in funzione di parecchi elementi. Tutto lo sviluppo trovasi fondato sulla scala delle pressioni, che esterna l' infiammazione istantanea della polvere (§. 103): esatta nel rapporto delle coordinate, ma discorde dalla vera legge progressiva, con la quale la corrente fluida vibra la sua attività a diverse distanze dalla carica. Il metodo dunque, derivando da una supposizione arbitraria, si dimostra più ingegnoso che giovevole, e per questo disadatto a presentare in pratica delle opportune risorse.

383. Sia intanto AB la lunghezza dell' anima di un cannone $= a$ (*fig.* 51) AF l' altezza della carica $= b$, il diametro della palla $= c$, il suo peso specifico riferito all' acqua $= n$; ed in fine sia l'elasticità della polvere nello spazio AF, ovvero nell' istante della combustione m volte quella dell' aria. Si consideri inoltre il mobile pervenuto ad un punto qualunque M pel dilatamento dell' agente, e che desso alla distanza $FM = x$ abbia acquistato la velocità v dovuta all' altezza $MN = h$.

Sulle stabilite condizioni la forza del motore in M sta all' altra in $F =$

$$AF : AM = b : b + x = \frac{b}{b+x} : 1;$$

e quindi la stessa forza in M sta alla pressione atmosferica . =

$$\frac{mb}{b+x} : 1.$$

Ma il peso atmosferico bilancia una colonna di acqua alta 32 piedi; perciò lo sforzo contro della palla nel sito M equivale alla pressione di una colonna di siffatto liquido, munita dell' altezza

$$\frac{32mb}{b+x}.$$

Le densità d' altronde della palla e dell' acqua, essendo nel rapporto di $n : 1$, il peso della prima dovrà essere in libramento con un cilindro di acqua ad essa eguale in diametro, ed elevato per $\frac{2nc}{3}$: laonde la forza in M sta al peso del mobile =

$$\frac{32\,mb}{b+x} : \frac{2nc}{3} = \frac{48\,mb}{nc(b+x)} : 1.$$

Ciò premesso, dal moto variabile accelerato si ha (*Nota* 1 *par.* 3).

$$F\,dt = \frac{p\,dv}{g},$$

$$dt = \frac{ds}{v}:$$

in conseguenza

$$F\,ds = \frac{p\,v\,dv}{g}.$$

Nell' applicare sì fatta formola avvertiamo, che F esprime la forza acceleratrice, p il peso della palla, e quindi

$$\frac{F}{p} = \frac{48\,m\,b}{n\,c(b+x)}.$$

Osserviamo ancora, che $d\,s$ denota il differenziale dello spazio x, e $\frac{v\,d\,v}{g}$ indica l' elemento dell' altezza dovuta alla velocità del mobile $= d\,h$. Si avrà dunque

$$d\,h = \frac{48mbdx}{n\,c\,(\,b+x\,)},$$

e per la somma delle spinte istantanee, è per quella delle velocità progressive nella palla, risulterà

$$h = \frac{48mb}{n\,c}\,L.\,(\,b+x\,) + C.$$

La determinazione della costante suppone $x = o$, sarà parimente $h = o$ (per la mancanza dell' azione) e

$$C = -\,\frac{48\,m\,b}{n\,c}\,L.\,b: \text{ laonde}$$

$$h = \frac{48mb}{c\,n}\left[\,L.\,(\,b+x\,) - L.\,b\,\right] =$$

$$\frac{48\,m\,b}{nc}\,L.\,\frac{(\,b+x\,)}{b}.$$

L' altro limite dell' integrazione, ch' è quello in cui la forza desiste dai suoi effetti, venendo stabilito alla bocca dell' arme (§. 375) ci dà

$$b+x=a;$$

perciò in ultima analisi

$$h = \frac{48\,m\,b}{n\,c}\,L.\,\frac{a}{b}\ \text{ piedi}$$

384. Se nella formola esibita i dati sono ipotetici, l'applicazione si rende affatto malagevole, a causa dell'incertezza sul valore di m per una polvere qualunque sperimentata dai polverometri. Ma il metodo stesso è ben lontano dal soddisfare ad una critica ragionata, come l'avvertono saggiamente Eulero ed altri.

385. 1° Si omette la pressione atmosferica, che debilita l'acceleramento, subito che la combustione della polvere, con decomporre l'aria nel sito della carica, ne conturba l'equilibrio. La pressione dell'atmosfera valutandosi eguale al peso di una colonna di acqua alta 32 piedi, la sua relazione alla palla sarà =

$$32 : \frac{2nc}{3} = \frac{48}{nc} : 1 .$$

laonde l'efficacia dell'agente nello spazio $b + x$, sotto questa modificazione, presenta

$$dh = \frac{48mbdx}{nc(b+x)} - \frac{48dx}{nc}, \text{ ed}$$

$$h = \frac{48mb}{nc} L. \frac{(b+x)}{b} - \frac{48x}{nc};$$

e facendo $x = a - b$, onde conseguire l'altezza dovuta nel voto alla velocità iniziale, si avrà

$$h = \frac{48mb}{nc} L. \frac{a}{b} - \frac{48}{nc} (a - b) \text{ piedi.}$$

386. 2° Si fa pure astrazione dalla resistenza che il mezzo oppone al corso del fluido nello spazio $a - b$: a cui rivolgendo le mire, bisognerà considerarla corrispondente al peso di una colonna densa come il suddetto mezzo, ed alta $\frac{3h}{5}$ (secondo la teoria di Newton e le sperienze di Borda (§. 409)). Questa colonna

intanto, riferita all' acqua, assumerà l' elevazione espressa da

$$\frac{3h}{5.850} = \frac{3h}{4250},$$

e comparata alla palla (valutata anche da una colonna di liquido) vi serberà la ragione di

$$\frac{3h}{4250} : \frac{2nc}{3} = \frac{9h}{8500 . nc} : 1 .$$

Comprendendo dunque nel calcolo la resistenza del mezzo, si avrà l' equazione

$$dh = \frac{48m\,bdx}{nc(b+x)} - \frac{48dx}{nc} - \frac{9hdx}{8500 . nc}$$

o sia

$$dh + \frac{9\,hdx}{8500. nc} = \frac{48mbdx}{nc(b+x)} - \frac{48dx}{nc} .$$

Per ridurre il primo membro ad un esatto differenziale si deve moltiplicare l'equazione per la base del sistema di Nepero $= e$, elevata alla potenza $\frac{9x}{8500.nc}$:

o pure si può effettuare la moltiplicazione per $e^{\frac{x}{r}}$ supponenendo

$$\frac{1}{r} = \frac{9}{8500. nc} :$$

in questo

$$e^{\frac{x}{r}}\left(dh + \frac{hdx}{r}\right) = \frac{48mbe^{\frac{x}{r}}dx}{nc(b+x)} - \frac{48e^{\frac{x}{r}}dx}{nc} ;$$

l' integrale di cui è

$$he^{-\frac{x}{r}} = -\frac{48re^{-\frac{x}{r}}}{nc} + \frac{48mb}{nc} \cdot \int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{b+x} + C.$$

Fatto $x = o$, e quindi $h = o$; e supposto, che

$\int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{b+x}$ in virtù della sua particolare costante risulti$=o$,

quando $x = o$: sarà

$$C = \frac{48r}{nc}, \text{ e perciò}$$

$$he^{\frac{x}{r}} = \frac{48r}{nc}(1 - e^{\frac{x}{r}}) + \frac{48mb}{nc} \cdot \int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{b+x},$$

o sia (dividendo per $e^{\frac{x}{r}}$)

$$h = \frac{48r}{nc}(e^{-\frac{x}{r}} - 1) + \frac{48mbe^{-\frac{x}{r}}}{nc} \int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{b+x}$$

Giacchè la frazione $\frac{x}{r}$ possiede un piccolissimo valore, nella serie equivalente alla quantità esponenziale $e^{\frac{x}{r}}$ (*Nota* 2.*par.* 3) si potranno tralasciare tutti i termini divisi dalle potenze successive di r, ed indicare lo sviluppo per $1 + \frac{x}{r}$: come pure si potrà adottare l'equazione

$$e^{-\frac{x}{r}} = 1 - \frac{x}{r}.$$

Previe tali condizioni

$$\int \frac{e^{-\frac{x}{r}}dx}{b+x} = \int \frac{dx}{b+x} + \int \frac{xdx}{r(b+x)} =$$

$L. \frac{(b+x)}{b} + \frac{x}{r} - \frac{b}{r} L. \frac{(b+x)}{b}$; (*Nota* 3.*par*.3) espressione che moltiplicata per la breve serie equivalente ad $e^{-\frac{x}{r}}$, darà

$$L. \frac{(b+x)}{b} \left(1 - \frac{x}{r} - \frac{b}{r}\right) + \frac{x}{r} :$$

ed in conseguenza

$$h = \frac{48mb}{nc} L. \frac{(b+x)}{b} \left(1 - \frac{x}{r} - \frac{b}{r}\right)$$

$$+ \frac{48mb}{nc} \cdot \frac{x}{r} - \frac{48x}{cn} :$$

e finalmente al limite massimo dell' integrazione, in dove

$$x = a - b,$$

si avrà

$$h = \frac{48mb}{nc} L. \frac{a}{b} \left(1 - \frac{a}{r}\right) + \frac{48mb}{ncr}(a-b)$$

$$- \frac{48}{nc}(a-b).$$

387. 3° Lombard estende le sue indagini sulla scala delle temperature, la quale, nel modificare il

motore a norma del suo andamento, decresce anche a misura che gli spazii aumentano. Dal che ne deriva che alla pressione del fluido elastico nel volume lungo $b+x$ deve competere l' espressione emergente dalla relazione inversa de' quadrati degli spazii (§. 104) o sia $\frac{b^2}{(b+x)^2}$: con ciò

$$dh + \frac{hdx}{r} = \frac{48mb^2dx}{nc(b+x)^2} - \frac{48dx}{nc}, \text{ ed}$$

$$e^{\frac{x}{r}}\left(dh + \frac{hdx}{r}\right) = \frac{48mb^2}{nc} \cdot \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{(b+x)^2} - \frac{48e^{\frac{x}{r}}dx}{nc}.$$

Per l'integrazione poi

$$he^{\frac{x}{r}} = \frac{48r}{nc}\left(1 - e^{\frac{x}{r}}\right) + \frac{48mb^2}{nc} \cdot \int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{(b+x)^2}, \text{ ed}$$

$$h = \frac{48r}{nc}\left(e^{-\frac{x}{r}} - 1\right) + \frac{48mb^2 e^{-\frac{x}{r}}}{nc} \cdot \int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{(b+x)^2}.$$

Col solito maneggio della nota 3 si trova

$$\int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{(b+x)^2} = -\frac{1}{b+x} + \frac{1}{r}L.(b+x) + \frac{b}{r(b+x)} + C,$$

coll' aggiunta della costante, sarà

$$\int \frac{e^{\frac{x}{r}}dx}{(b+x)^2} = -\frac{1}{b+x} + \frac{1}{b} + \frac{1}{r}L.\frac{(b+x)}{b} +$$

$$\frac{b}{r(b+x)}-\frac{1}{r}\ ;$$

e moltiplicando per $1-\frac{x}{r}$ equivalenza di $e^{-\frac{x}{r}}$, si otterrà

$$\frac{48mb^2}{nc}e^{-\frac{x}{r}}.\int\frac{e^{\frac{x}{r}}\,dx}{(b+x)^2}=\frac{48mb^2}{nc}\Big[-\frac{1}{b+x}+\frac{1}{b}+\frac{1}{r}L.\frac{(b+x)}{b}+\frac{b}{r(b+x)}-\frac{1}{r}+\frac{x}{r(b+x)}-\frac{x}{rb}\Big]:$$

a motivo che si trascurano i termini che hanno per divisore il quadrato di r.

Mettendo in ultimo $x=a-b$, risulterà

$$\frac{48mb^2}{cn}e^{-\frac{x}{r}}\int e^{\frac{x}{r}}\frac{dx}{(b+x)^2}=\frac{48mb^2}{nc}\Big[\frac{a-b}{ab}+\frac{1}{r}\left(L.\frac{a}{b}-\frac{a}{b}+1\right)\Big]:$$

laonde

$$h=\frac{48mb^2}{nc}\Big[\frac{a-b}{a\,b}+\frac{1}{r}\left(L.\frac{a}{b}-\frac{a}{b}+1\right)\Big]-\frac{48}{nc}(a-b)\ \text{piedi.}$$

388. 4° Bezout riflette al proposito, che il rinculo di accensione sottrae una parte dello spazio $a-b$ al corso della palla, da calcolarsi sulla ragione inversa de' pesi a vincere (§. 108). In vista di ciò la formola dell' acceleramento deve applicarsi ai movimenti del-

la palla e del pezzo, ed al termine degl' impulsi, lo spazio $a-b$ ha da formare equazione con la somma di quelli percorsi da ambedue siffatti ostacoli. Chiamando perciò h' l'altezza dovuta nel voto alla velocità v' del recesso iniziale, P e p i pesi del pezzo e della palla, z ed y le tracce rispettive sotto l'azione del motore, sarà

$$z+y=x, \text{ e}$$
$$z+y+b=a.$$

Ciò stabilito, per l'acceleramento del mobile si avrà (§. 383).

$$F\,dy=dh,$$

e per quello del cannone

$$F\,dz=dh';$$

laonde

$$F\,(dy+dz)=Fdx=dh+dh' : \text{ ma}$$

$$F=\frac{48mb^2}{nc\,(b+x)^2}-\frac{48}{nc}-\frac{h}{r}\ (\S.\ 387),$$

per questo

$$dh+dh'=\frac{48mb^2dx}{nc\,(b+x)^2}-\frac{48dx}{nc}-\frac{hdx}{r}\ (a)$$

Le spinte del fluido elastico contro della palla, e contro dell' arme, essendo eguali per numero e per intensità, danno l'analogia

$$P:p=v:v',$$

ed in conseguenza

$$P^2:p^2=h:h':$$

perciò

$$h' = \frac{p^2 h}{P^2}\ ,\ \text{e}$$

$$dh' = \frac{p^2 dh}{P^2}\ .$$

Per l' enunciata condizione, si potrà la formola (a) presentare nel seguente modo

$$dh + \frac{p^2 dh}{P^2} + \frac{hdx}{r} = \frac{48mb^2\, dx}{nc(b+x)^2} - \frac{48dx}{nc}\ ,$$

o sia

$$dh\,(\,1 + \frac{p^2}{P^2}\,) + \frac{hdx}{r} = \frac{48mb^2 dx}{nc(b+x)^2} - \frac{48dx}{nc}\ :$$

dividendo poi per

$$1 + \frac{p^2}{P^2} = K$$

risulterà

$$dh + \frac{hdx}{Kr} = \frac{48mb^2 dx}{Knc\,(b+x\,)^2} - \frac{48dx}{Knc}\ .$$

L' integrale si ritrova coll' introdurre per fattore la quantità esponenziale $e^{\frac{x}{kr}}$: si avrà con siffatto maneggio

$$e^{\frac{x}{kr}}\Big(dh + \frac{hdx}{rK}\Big) = \frac{48mb^2}{ncK}\ e^{\frac{x}{kr}}\ \frac{dx}{(\,b+x\,)^2} - \frac{48e^{\frac{x}{kr}} dx}{ncK}\ :$$

ed indi l' equazione finale darà

$$h = \frac{48mb^2}{ncK}\Big[\frac{a-b}{ab} + \frac{1}{rK}\Big(L.\frac{a}{b} - \frac{a}{b} + 1\Big)\Big]$$

$$-\ \frac{48}{ncK}\ (\,a-b)\ \text{piedi.}$$

389. Abbenchè avessi cercato di comprendere in una formola le argute riflessioni separatamente proposte dai mentovati autori, pure sembra che poco profitto se ne possa ritrarre, tanto per le cause avvertite (§.384), quanto perchè si negligono le influenze dell' attrito, dell'esplosione di lumiera, del vento, e dell' obbliquità con cui la risultante del fluido impelle il mobile: nè questi dominii si possono sommettere alle leggi dell' analisi, per esserne accidentali le intensità, e capricciosi gli effetti.

A buon conto riguardando la formola delle velocità ne' suoi principii di sviluppo, nell' andamento, e nell' applicazione apparisce, che il soggetto obbliga ad una primitiva supposizione arbitraria, ad una negligenza di cause che producono un positivo disordine nel motore; senza che dell' ultima espressione se ne possa rintracciare l'equivalenza per la difficile misura della elasticità del motore (§. 94).

390. Comparando le forze riferite ai pesi delle palle coi quadrati delle velocità, si rimuovono alquanto gli accennati inconvenienti: sono quindi i valori relativi i più profittevoli per teoria. In comprova, esaminando l' analogia che fornisce *l' idrodinamica*

$$\frac{F}{p} : \frac{F'}{p'} = v^2 : v'^2 ,$$

si scorge che in essa le cause di variazioni non si trasandano, ma soltanto si considerano affluire con vigore costante nell' accensione delle cariche. L'applicazione d' altronde riesce agevole quante volte la ragione delle forze si rimpiazzi con quella delle quantità di polvere che le sviluppano. La sola ipotesi della combustione

17

istantanea altera soprattutto la proporzione ; e per tale motivo (avvalorato dall' altra ipotesi delle costanti variazioni) non si può rimontare dalle piccole alle forti cariche , nè discendere da queste alle prime ; ma si deve seguire una lenta gradazione . Su tale norma Lombard ha compilato le sue tavole. Convinto egli sull'esperienza della velocità emergente da una data dose di polvere , per un calibro assegnato , ha , con le analogie, determinate le altre velocità opportune, senza frapporre grande differenza tra le cariche di rapporto.

ARTICOLO III.

Metodi sperimentali per esplorare la velocità iniziale o di partenza.

391. La poca idoneità dei mezzi teorici nell' indagare le velocità iniziali detta il bisogno di appigliarsi alle sperienze, onde carpire quanto convenga ad assicurare l' esito delle ricerche.

392. Robins ideò un pendolo all' oggetto: invenzione ingenosa ed utile. La macchina presenta una *capra* *ABCD* (*fig.*52), alle *gambe* di cui *B* e *C* si affida la traversa *E F* aggravata dal pendolo *G K I H*. La traversa, ben torniata ne' suoi poli, si presta per asse di movimento nelle vibrazioni; mentre che il pendolo oppone all' urto della palla un ceppo solidissimo.

Alla punta del pendolo Robins applicò un nastro, dal quale ripeteva la corda dell' arco di recesso: ma posteriormente si è opinato, per una maggiore precisione, di sostituirvi un pennello tinto in nero, e disposto a radere la concavità di un altro ceppo ad esso sottoposto.

Nel procedere all' esperimento si colloca un' arme di piccolo calibro sopra stabile cavalletto, e se le avvicina il pendolo in maniera che, restando fuori l' attività del soffio di esplosione, fosse poco valida la distanza a cagionare un divario rimarchevole tra la velocità di partenza e quella con cui il mobile percuote. Con siffatto apparecchio, l' arco che traccia il pennello sotto la scarica del pezzo, il peso del pendolo, e le distanze dall' asse di giramento al punto colpito ed ai

centri di oscillazione e di gravità, somministrano elementi sufficienti onde risolvere la quistione.

Denotino AB la lunghezza del pendolo (*fig.* 53), S il centro di oscillazione, G quello di gravità, ed M il punto percosso. Si supponga inoltre BAC (angolo di vibrazione) $= \varphi$, il peso del pendolo $= P$, l' altro della palla $= p$, e le distanze AM, AG, $AS = b, h, f$.

La palla imbattendosi con la velocità v nell' ostacolo al punto M cessa dal trasmettergli movimento, allorchè i corpi suddetti si rendano egualmente veloci. Ora perchè la massa che resiste in M ha per espressione

$\frac{Pfh}{b^2}$ (*Nota* 4 *par.* 3), perciò la velocità posteriore all' urto sarà

$$\frac{pv}{p + \frac{Pfh}{b^2}} = \frac{pb^2 v}{pb^2 + Pfh}$$

La velocità comune alla palla ed all' elemento M del pendolo non si può eguagliare coll' altra dovuta all' altezza dell'arco di recesso descritto col raggio AM; attesochè i punti gravi del pendolo (all' infuori del centro di oscillazione) sconcertano a vicenda i loro movimenti: importa dunque il riferire la velocità al suddetto centro, ed in seguito dedurne la mentovata equazione.

Coll' immersione della palla nel ceppo la distanza dal centro di oscillazione all' asse si disturba, ed assume l' espressione

$$\frac{Pfh + p\,b^2}{Ph + pb};$$

ed essendo le velocità proporzionali ai raggi, l'analogia conducente a stabilire la velocità del centro di oscillazione sarà

$$b : \frac{Pfh + p\,b^2}{Ph + p\,b} = \frac{p\,b^2 v}{Pfh + pb^2} : x \text{ , ed}$$

$$x = \frac{p\,b\,v}{Ph + p\,b}.$$

D'altronde la velocità del pendolo relativa al raggio $= 1$ è quella dovuta al seno verso $1 - \cos.\ \phi$: in quanto poi al centro di oscillazione, compete ad essa l'altezza

$$(1 - \cos.\ \phi) \cdot \left(\frac{Pfh + p\,b^2}{Ph + p\,b}\right);$$

in conseguenza

$$x = \sqrt{1 - \cos.\ \phi} \cdot \sqrt{2g\left(\frac{Pfh + p\,b^2}{Ph + p\,b}\right)}:$$

onde

$$\frac{pbv}{Ph + pb} = \sqrt{1 - \cos.\ \phi} \cdot \sqrt{2g\left(\frac{Pfh + pb^2}{Ph + pb}\right)}, \text{ e}$$

$$v = \sqrt{1 - \cos.\ \phi} \cdot \sqrt{\frac{2g\,(Pfh + pb^2).(Ph + pb).}{pb}}$$

393. Volendosi esprimere il risultamento in funzione della corda di recesso al punto B del pendolo $= K$, e dell'altezza dovuta alla velocità dell'urto $= s$: in tal caso, posto $AB = a$, sarà

$$K = \sqrt{a\,(1 - \cos.\varphi\,).\,2u}\ ,\ \text{e}$$

$$\sqrt{1 - \cos.\varphi} = \frac{K}{a\sqrt{2}}\ :\ \text{ma}$$

$$\frac{v}{\sqrt{2g}} = \sqrt{s}\,;$$

sostituendo perciò siffatti valori, si avrà

$$\sqrt{s} = K\,\sqrt{\frac{(\,Pfh + pb^2\,).\,(\,Ph + pb\,)}{pab\sqrt{2}}}$$

394. Sarebbe oltremodo biasimevole la consuetudine di fissare la velocità coll' appoggio di un solo sperimento. Le pratiche esigono sempre minuti scandagli, essendo per loro indole agitate da fortuite influenze, che renderebbero precipitoso il giudizio, ed anche erroneo, se il ricercatore non replicasse con instancabile sofferenza i suoi tentativi.

Dopo ciascun tiro intanto, aumentandosi il peso del pendolo da una nuova palla, che non può sfuggire dal ceppo, riesce indispensabile il rettificare le posizioni de' centri di gravità e di oscillazione, onde regolare con discernimento gli ulteriori tiri.

395. La distanza dal nuovo centro di oscillazione all' asse di movimento si scorge con obbligare il pendolo ad eseguire delle piccole vibrazioni; ciasuna delle quali ristretta in 4 o 5 gradi si palesa *isocrone* alle altre. Ottenendosi un numero *n* di siffatte oscillazioni in 180″ di tempo, la durata di ognuna sarà $\frac{180}{n}$.

Poichè il centro in quistione si scosta dall' asse per la lunghezza del pendolo semplice che oscilla nello stesso tempo del composto, e tra i pendoli semplici, la relazione del tempo t alla lunghezza l (come dalla meccanica) è

$$t = \frac{\pi\sqrt{l}}{\sqrt{g}}$$

(esprimendo g la gravità, e π il rapporto della circonferenza al diametro): perciò

$$\frac{180}{n} = \frac{\pi\sqrt{l}}{\sqrt{g}}, \text{ o sia}$$

$$\sqrt{l} = \frac{180}{\pi n}\sqrt{g}.$$

A partire dunque dalla traversa che sostiene il pendolo, e sulla linea di gravità, misurando la distanza l si viene a fissare il punto richiesto.

396. La ricerca poi del nuovo centro di gravità esige di girare il pendolo intorno all' asse fino a che ne risulti la posizione orizzontale, e di fissarlo in tal modo per mezzo di una corda; la quale nel mentre ne sostiene l' estremità L (*fig.* 55) attraversa la carrucola M, ed oppone il peso U (compreso in esso il peso della corda) per l' equilibrio del sistema. I rami della corda devono discendere verticalmente.

Esplorato il peso U, e l' altro del pendolo da esso bilanciato, la loro ragione ha da pareggiare l' inversa di quella che serbano le distanze rispettive dall' asse di rivolgimento. Supponendo quindi il peso del pendo-

lo $= P$, la distanza del suo centro di gravità dall' asse $= x$, e la sua lunghezza, o sia la distanza del peso U dall' asse suddetto $= a$; si avrà per le leggi della *statica*

$$x = \frac{a\,U}{P}.$$

Riflettiamo però che il peso U, disponendo l' altro P in modo che ogni menoma alterazione ne conturba la quiete, libra insieme col pendolo le pressioni contro i sostegni, e la rigidezza della corda. La retta valutazione dunque del peso equilibrante esige, che si sottragga da esso la parte in contrasto con gli attriti.

Si stabilisca all' uopo $P = 120$ libbre: $a = 5$ piedi: $U = 110$ libbre: il rapporto tra i raggi dell'asse e della carrucola $= \frac{1}{10}$: lo stesso rapporto nella traversa $= \frac{1}{5}$: ed il diametro della corda $= 8$ linee essendo il raggio della carrucola $= 5$ pollici.

Ciò posto: l' attrito sull' asse della carrucola (pe' dati stabiliti) e $\frac{1}{10}$ del peso U, o sia $= 11$ libbre: quello ai poli della traversa risulta $\frac{1}{5}$ della differenza tra i pesi P e U, o sia $= 2$ libbre: la rigidezza della corda (analogamente alle sperienze di Amontons) si ottiene, moltiplicando la 32*ma* parte del peso che aggrava la carrucola pel diametro della corda in linee, e dividendo siffatto prodotto pel raggio della suddetta carrucola misurato in pollici, o sia $= 6{,}875 \times \frac{8}{5} = 10,8$ libbre. Dal peso U dedotte libbre 23, 8, il residuo

86, 2 sostiene il pendolo scevro dagli attriti; laonde la distanza dalla traversa EF al centro di gravità del pendolo emerge dall' equazione

$$x = \frac{5 \times 86,\ 2}{120} = 3,\ 59 \text{ piedi}$$

Avvertiamo finalmente che per disporre il ceppo in sito orizzontale deve impiegarsi una livella, il cui peso nel calcolo stabilito si comprende in quello del pendolo: che perciò la distanza esibita fissa il centro di gravità comune di tali oggetti. Nel supporre la livella di 2 libbre, e la linea che la bipartisce per 3 piedi discosta dall'asse di rotazione, il suo momento sarà $2 \times 3 = 6$. Ma, per la circostanza indicata, il momento del pendolo è $118 \times x'$, e quello di tutto il sistema è $120 \times 3,59$: si avrà dunque

$$x' = \frac{120 \times 3,\ 59 - 6}{118} = 3,\ 6 \text{ piedi.}$$

A partire dunque dalla traversa, e sulla linea di gravità, misurando 3, 6 piedi, l' operazione guida con esattezza al quesito.

397. Il cannone stesso disposto a pendolo è stato da taluni preferito nella ricerca delle velocità di partenza, quasichè le vibrazioni del bersaglio ne dichiarassero una residua affatto discorde da quella che imprime la forza dell' agente. Egli è vero che la pratica sviluppata ribassa i risultamenti; gli altri però che ridondano dal pendolo balistico restano viziati in contrario dal soffio di esplosione (§. 109) e dalle differenze che un motore elastico, privo di norme, diffonde negli ostacoli involti con difformi resistenze nella sua sfera di attività. Il cannone a pendolo s' impiega utilmente

nell' indagare le leggi del rinculo: mezzo usato da Hutton ne'suoi saggi (§. 111).

398. Nel Piemonte si fabbricò uno strumento attissimo per l'attuale investigazione: il meccanismo ne è il seguente.

Una solida rota di legno del diametro di 6 piedi si affida ad un montante verticale, proclive al rivolgimento, e si circonda con una larga fascia di carta per esporla ai colpi dell' arme. Un esterno apparecchio di attrezzi, ed una seconda rota verticale a manubrio, opportunamente congegnati, comunicano all' albero della prima rota un moto celere ed equabile: per tale intento si applicano ancora de' contrappesi, o pure un *volante*, che sono i mezzi efficaci ad avertere le difformità, e gli scuotimenti.

Contro la rota descritta AB (che i Francesi hanno trasformata in cilindro) ed a breve intervallo si dispone una canna da sparo sostenuta da corrispondente covalletto (*fig.* 56.57), e si mira secondo un diametro EC. Sotto la scarica la palla dopo di aver ferito il punto E non s' imbatte nell' opposto C, ma in un altro D; a motivo che la rota gira, durante il suo corso per CE. Bisogna sempre che un pendolo, isocrone nelle sue vibrazioni, sia talmente lungo, che il tempo di ciascuna risulti identico a quello in cui si esegue una rotazione.

Dopo l'enunciato procedimento si metta la circonferenza $ACDBE = c$, la sviluppata dell' arco $CD = m$, il diametro $CE = n$, ed il tempo di una oscillazione $= t$. Per la teoria del moto uniforme si ha

$$c : m = t : \frac{mt}{c} :$$

tempo in cui il punto D passa al sito C, e che impiega quindi il projettile nello scorrere CE. Con l'analogia poi

$$\frac{mt}{c} : 1 = n : \frac{nc}{mt}$$

si fissa lo spazio che la palla traccerebbe equabilmente in un minuto secondo, o sia la velocità con cui giunge alla rota, che si valuta per iniziale.

399. I metodi prodotti, abbenchè sieno proficui, pure non possono riguardare tutti i calibri. Hutton avanzò col pendolo i suoi tentativi fino ad esplorare la velocità di 800 piedi circa nelle palle de' cannoni da 3; ma fu obbligato a preparare una macchina solidissima, senza che avesse potuto ascendere ad altro calibro superiore, o dare aumento alla velocità di 800 piedi per 3 libbre di palla.

400. La deficienza de' mezzi nell' esame relativo ai grossi pezzi costringe a tirare partito dalle immersioni ne' bersagli: pratica di poca fiducia. Mettendo da parte le cause di variazione, che hanno un dominio quasi costante su gli sperimenti di tal sorta; circa le immersioni si va esclusivamente incontro ad altri incidenti che rendono sovente erronea la misura degli effetti. Le cariche, gl'intasamenti, i pesi de'projettili, gli scompartimenti del vento, e le temperature soffrono de'divarii generalmente, e questi trasmettono nelle velocità delle differenze tra limiti. Col metodo in quistione poi si aggiungono a tutti gl' inconvenienti divisati le difficoltà: di scegliere una massa omogenea, priva affatto di elasticità ed atta a presentare una resistenza invariabile in ciascun sito: di scansare le penetrazioni oblique nell' argine; e di scorgere le vere immersioni

ne' materiali sciolti, come le terre; le quali, venendo rammassate, ricadono, ed acquistano considerevoli ed irregolari pendenze.

La necessità per altro di scoprire le velocità primitive nelle palle grevi, accoppiata all' arduo progetto di congegnare una macchina onde pervenirvi, inducono a servirsi di siffatto metodo; e le fallaci conseguenze, ovvie a sorprendere, ne rendono tollerabile l'adozione soltanto per le grosse artiglierie.

401. Dovendosi effettuare il saggio, si prende una spingarda tale da lanciare delle palle di ferro ciascuna di una libbra, e con carica qualunque si stabilisce la velocità iniziale ad essa corrispondente per mezzo delle vibrazioni del pendolo (§. 292). In seguito, con le medesime circostanze di prova, e con la stess' arme si tira replicatamente contro un bersagliò solido ed omogeneo (che le pratiche conoscenze dichiarano idoneo) onde ritrarne la media immersiòne. Si passa quindi al cannone, e con la carica destinata al saggio si eseguono altri tiri (senza cambiare nè il bersaglio, nè la distanza) per esplorare egualmente la media immersione delle sue palle.

La sperienza fin quì innoltrata fornisce gli opportuni elementi all' analisi per la ricerca. Difatti, immergendosi la palla con moto variabile ritardato, ed essendo la velocità del mobile in opposizione con la coesione del bersaglio, la formola conducente è

$$Fdt = -\frac{pdv}{g}:$$

in dove F esprime la resistenza, dt il tempo, p il pe-

so della palla, v la sua velocità, e g quella che la gravità comunica in un minuto secondo: ma

$$dt = \frac{dx}{v} : \text{ perciò}$$

$$\frac{Fdx}{p} = -\frac{vdv}{g}$$

(esprimendo x lo spazio d'immersione). Integrando l'equazione, si avrà

$$\frac{Fx}{p} = -\frac{v^2}{2g} + C.$$

Per la costante, posto $x = o$, denoterà v la velocità con cui il mobile perviene al bersaglio, estimata per iniziale, ed $= u$: laonde

$$C = \frac{u^2}{2g} .$$

Nel dare ad x il massimo dell'immersione $= h$, risulta $v = o$; e quindi

$$\frac{Fh}{p} = C = \frac{u^2}{2g} .$$

In rapporto ad un altro tiro, sarà

$$\frac{F'h'}{p'} = \frac{u'^2}{2g}, \text{ e}$$

$$u^2 : u'^2 = \frac{Fh}{p} : \frac{F'h'}{p'}.$$

Le forze intanto che resistono sono nella ragione delle superficie percosse, o de' quadrati de' raggi delle palle, per essere costante la coesione dell'argine; le palle poi serbano il rapporto de' volumi, o dei cubi de' loro raggi, perchè fabbricate con lo stesso metallo. In

ultima analisi la proporzione si riduce ai seguenti termini

$$u^2 : u'^2 = \frac{h}{r} : \frac{h'}{r'}$$

(chiamando r ed r' i raggi) o pure

$$u : u' = \sqrt{\frac{h}{r}} : \sqrt{\frac{h'}{r'}};$$

cioè le velocità anteriori all'urto proporzionali alle radici quadrate delle immersioni, divise per le medesime radici de'raggi. Se dunque nell' analogia esibita u, h, r riguardino i dati che si hanno dalla spingarda, facendo noto h' la sperienza, si potrà fissare il valore di u' per una palla di grosso calibro del raggio $= r'$.

402. L' oggetto che meglio si consegue con le immersioni si è quello di conoscere le tenacità de' varii materiali, che si adoperano per gli usi della guerra. In effetto se col pendolo si premetta la ricerca della velocità di partenza che da una data carica ridonda nella palla di una spingarda, ed indi quest'arme si faccia agire a carica ed a distanza invariabili contro argini eterogenei, le condizioni inalterate ne' tiri indurranno a conchiudere che le resistenze sieno nella ragione inversa delle immersioni. Con siffatta ipotesi si ha $u^2 = u'^2$, e p quantità costante; ed essendo g anche costante, sarà

$$Fh = F'h', \text{ ed}$$
$$F : F' = h' : h.$$

Seguendo dunque l' esempio di Robins, si potrebbe stabilire un masso di terra ordinaria per bersaglio di norma, distinguendone la coesione con numero astratto,

o pure coll' unità, che arreca più semplici relazioni, e siccome Robins vi ha riferita la sola tenacità dell'olmo (in cui l'immersione è undeci volte minore) così importerebbe di estendere i tentativi su gli altri materiali necessarii per le fortificazioni, onde procedere alla compilazione delle tavole.

403. L' utile che comprendono le tavole delle tenacità lo rende ostensibile il maneggio della formola sviluppata (§. 401). Esso però si manifesta da vantaggio nel calcolo approssimativo della forza con cui un mobile deve percuotere un argine, onde danneggiarlo efficacemente.

In comprova si ponderi, che assegnata la penetrazione della palla nell' argine, si ricercano nelle tavole, l' immersione su cui si è calcolata la coesione dello stesso argine, e la velocità che l' ha prodotta : il quarto termine dello proporzione

$$\sqrt{h} : \sqrt{h'} = u : u'$$

farà nota la velocità necessaria nell'urto.

Se le palle differissero ne' loro diametri e nelle gravità specifiche, il calcolo dovrebbe benanche discutere tali discordanze. In questo, chiamando D e D' le densità, la proporzione conducente sarebbe

$$\sqrt{\frac{h}{rD}} : \sqrt{\frac{h'}{r'D'}} = u : u'$$

404. L' espediente di profittare dei tiri orizzontali, per sottrarsi dalle dubbiose conseguenze delle immersioni, non dà risorsa; anzi fa incorrere in più rimarchevoli errori. Se le portate secondano le mire in rapporto ai polverometri provetti, perchè cagionate da deboli projezioni (§. 78) : le stesse portate illudono sotto le violenti scariche, com' è agevole il ravvisarlo.

L' estensione del tiro è il prodotto della velocità impressa, dell' angolo di projezione, e delle resistenze. In quanto alle velocità, le sperienze dimostrano che, ad onta di qualunque diligenza sopra cariche eguali, non si possono ottenere de'costanti effetti. L'angolo del tiro risulta alterato da quello di partenza (causato dal vento (§. 210)) ; ed il divario acquista maggiore influenza sulla portata, a misura che la linea di projezione si approssima all' orizzonte (§. 77). Le resistenze in ultimo sono capricciose ne'loro rapporti; e di esse alcune si omettono, ed altre si valutano sopra ipotesi poco plausibili, e si assoggettano alle norme costanti dell' analisi : sistema specioso, e meramente ideale.

ARTICOLO IV.

Velocità residue.

405. Nel voto la velocità iniziale di un mobile viene ritardata dalla sola gravità, e pel solo ramo ascendente della traettoria: riesce facile perciò lo stabilire la residua ad una distanza qualunque dall'origine della projezione. Nel mezzo resistente allo sforzo della gravità si accoppia quello delle molecole, che il globo slanciato scaccia dalle rispettive posizioni. Gli effetti di questi ostacoli riuniti si manifestano soprattutto nel getto delle bombe: circa il tiro del cannone, potendosi supporre la traccia della palla rettilinea, la sola resistenza del mezzo dà un positivo impedimento allo sviluppo della velocità di partenza. Limitandoci dunque ai cannoni non sarà molto difficoltosa l'indagine delle velocità residue (secondo la consuetudine di ragionarvi) abbenchè si manchi di precisione.

406. L'aria che ci circonda infiacchisce senza interruzione il moto di un corpo che la traversa, e per l'inerzia, e per l'elasticità, e per la scambievole adesione tra i suoi elementi. Il riguardare l'energia dell'impedimento sotto tutti questi aspetti metterebbe forse in accordo la teoria con la sperienza. Ma una imperfetta elasticità subordinata nel suo vigore ai gradi di temperatura ed alle pressioni, ed un ligamento nella massa fluida ignoto e variabile, sottraendosi da qualunque norma, devonsi omettere, per non vagare nell'incertezza, o per non foggiare delle capricciose condizioni. Se dunque la sola inerzia si stabilisce per oggetto di resistenza, il fluido che si suppone in analisi

è puramente immaginario, e nelle formole deve quindi apparire più il congettoso che l'utile.

407. Un solido di massa M nell' urtare con la velocità v una massa fluida m trascurabile in rapporto ad esso, perde di velocità.

$$v - \frac{Mv}{M+m} = \frac{mv}{M+m} = \frac{mv}{M},$$

e la reazione estingue la quantità di moto mv. La massa intanto che fluisce contro il corpo impellente nel tempo dt tiene per espressione

$$SDvdt$$

(denotando per S la superficie esposta all' azione, e per D la densità): e questa sostituita ad m dà

$$mv = Sv^2Dt$$

408. La maniera di ragionare vale per un fluido incompressibile, isolato, e disposto a sfuggire per la sola direzione secondo la quale il solido si avanza. Ammettendo poi che il suddetto fluido si possa rimuovere per tutti i versi, e dando valore alle vibrazioni che le sue parti espulse diffondono negli strati contigui, ci avviciniamo tacitamente all' opinione di Newton, cioè di estimare lo sforzo assoluto della resistenza metà di quello stabilito =

$$\frac{SDv^2dt}{2}$$

Newton essendo stato il primo ad investigare il ritardo che un mezzo qualunque presenta ad un mobile, che lo incita a reagire, dopo mature riflessioni, lo ha

pareggiato alla pressione di una colonna dello stesso fluido, munita di base identica alla superficie urtata, e dell' altezza eguale a quella dovuta alla velocità di percossa. Chiamando ora h la suddetta altezza, e g la gravità, sarà la massa della colonna $= ShD$, e la pressione di questa nell'istante $dt =$

$$ShDgdt : \text{ma}$$

$$h = \frac{v^2}{2g},$$

la resistenza perciò ridotta in pressione dà

$$\frac{Sv^2Ddt}{2}$$

(espressione già sopra accennata).

409. Dalle bocche da fuoco lanciansi delle sfere, ed il rigoglio delle superficie scansa alquanto la reazione del mezzo. Secondo l'ipotesi ammissibile in preferenza (§. 379) lo sforzo relativo dovrebbe considerarsi metà dell' assoluto : Borda però, avendo procurato di rettificare con la sperienza il valore della componente del fluido che osta alle projezioni, l' ha dichiarata $\frac{3}{5}$ della risultante ; valore che adotteremo sull' esempio di Lombard.

410. Osserviamo finalmente che le pressioni si riducono in pesi prima d' inserirle ne' calcoli, e che in balistica la palla presenta il peso di norma (come si può anche rilevare dalla formola per le velocità iniziali(§.383)): laonde supposta la densità della palla $= D'$, il suo cerchio massimo $= \pi r^2$, e la resistenza $= R$, si avrà

$$R : p = \frac{\pi r^2 D v^2 dt}{2} : \frac{4\pi r^3 D' g dt}{3}$$

ed

$$\frac{R}{p} = \frac{3Dv^2}{8rD'g} :$$

e per la resistenza relativa $\frac{3}{5}$ dell' assoluta la convenevole espressione sarà

$$\frac{9Dv^2}{40rD'g}.$$

411. Dai principii fondamentali esposti ognuno ravvisa quanta poca influenza possa avere la teoria in tutte le discussioni, che esigono imperiosamente la considerazione della resistenza. D' indole siffatta si dimostra la ricerca analitica sulle velocità residue delle palle da cannone: per la quale sia AB la bocca da fuoco (*fig.*58), e BC la traccia rettilinea del globo slanciato $= x$: si chiami v la velocità dello stesso globo in un punto qualunque di BC, ed u quella iniziale. Dal moto variabile ritardato si ha

$$Rdt = -\frac{pdv}{g}, \text{ o sia}$$

$$\frac{Rdx}{p} = -\frac{vdv}{g} : \text{ ma}$$

$$\frac{R}{p} = \frac{9Dv^2}{40rD'g} \text{ (§. 410) ; perciò}$$

$$\frac{9Dv^2dx}{40rD'} = -vdv.$$

La quantità costante per un dato calibro $\frac{9D}{40rD'}$ si

metta $= c$; l'equazione darà

$$v^2 c dx = - v dv, \text{ e}$$

$$c dx = - \frac{dv}{v}; \text{ l'integrale di cui è}$$

$$cx = - L. v + C.$$

Per la determinazione di C, posto $x = o$, risulterà $v = u$, e quindi

$$cx = - L. v + L. u = L. \frac{u}{v}.$$

Ecco dunque una formola tra le velocità iniziale e residua, la distanza, e la resistenza riferita al calibro.

412. La continuazione del calcolo ci conduce ad istabilire il tempo in funzione della distanza e della velocità primitiva. Ripigliamo all' oggetto l'equazione

$$cx = L. \frac{u}{v},$$

ed indichiamo per e la base del sistema *neperiano*, sarà

$$e^{cx} = \frac{u}{v} \text{ : ed essendo}$$

$$v = \frac{dx}{dt}, \text{ risulterà}$$

$$e^{cx} dx = u dt, \text{ ed}$$

$$\frac{e^{cx}}{c} = ut + C'.$$

La costante C' si ha dal supporre $x = o$, ipotesi che dà anche $t = o$; e perciò

$$C' = \frac{1}{c} \text{ : laonde}$$

$$\frac{e^{cx}-1}{c}=ut\text{ , ed}$$

$$\frac{e^{cx}-1}{cu}=t.$$

413. Per applicare la formola della velocità residua, fa d' uopo registrare in una tavola i valori di tutti gli elementi di $c=\frac{9D}{40rD'}$ (quantità che ha di variabile il solo calibro). Per tale intento si rifletta, che il medio rapporto di densità tra il ferro grezzo e l'acqua è di 7,166 : 1, e che l'altro tra l' acqua ed il fluido atmosferico è di 850 : 1 : da dove rilevasi che

$$D:D'=1:6091,1.$$

Sotto queste vedute la tavola opportuna è la seguente

Indicazione de' pezzi.	Diametri delle palle	valore di D'	Log. di $\frac{1}{c}$	Logaritmo di $c\times0,43429$
calibri	piedi			
36	0,52141		3,84866	5,84953
24	0,45370		3,78825	5,89117
16	0,35699	6091,1	3,73026	5,90752
12	0,34053		3,68842	5,94936
8	0,31539		3,63033	6,00745
6	0,28588		3,58767	6,05012
4	0,25000		3,52942	6,10836

414. Quale risorsa potrà dare la teoria poggiata sulle opinioni fluttuanti della resistenza? L'espressione di questa forza, stentatamente modificata, onde ridurre il variabile a costante, e l'ignoto a determinato, tende a dimostrare come agente regolare un fluido impeditivo, difforme per la densità de' suoi strati, e dominato potentemente dalle esalazioni e dalle temperature. Si scorge dunque, che soltanto i saggi accurati valeranno a fissare le vaghe conseguenze, allorchè si debba implicare ne' calcoli il simbolo della resistenza.

415. Robins impiegò il suo pendolo anche nello scandaglio delle velocità residue. Egli rinvenne difficoltoso il ben dirigere i projettili contro il ceppo della macchina, nel situare questa in grande distanza dall'arme.

Agevolmente si comprende che la sperienza del pendolo è applicabile allo scopo attuale con la stessa idoneità, che distingue il metodo nella ricerca delle velocità iniziali. La pratica però, mentre riesce industriosa e proficua relativamente ai piccoli calibri, in vano si tenta di utilizzarla per le armi pesanti (§. 399). In tal caso fa mestiere attenersi alle consuete immersioni contro argini solidi ed omogenei; le quali (come abbiamo avvertito al §. 400) vanno sovente accompagnate da incidenti efficaci a distruggere la convenevole approssimazione.

La determinazione delle velocità residue col pendolo si consegue, tenendo conto degli archi di recesso, e delle posizioni dei centri di oscillazione e di gravità (§. 392). Per ottenere lo stesso intento con le immersioni, si fanno agire: prima una spingarda, a carica costante, ed alla distanza assegnata, contro del pendolo e contro dell'argine scelto: indi, il cannone prescritto (con la carica da saggio) contro lo stesso argine. Le immersioni medie delle palle di ambe le

armi, e la velocità residua che si ritrae dalle vibrazioni del pendolo danno luogo all' analogia (§. 401)

$$\sqrt{\frac{h}{r}} : \sqrt{\frac{h'}{r'}} = v : v',$$

tendente a conoscere v', o sia la velocità residua nelle palle del grosso calibro adoperato.

416. Nel comparare i risultamenti della formola con quelli delle pratiche si sono rilevate delle discordanze tra essi, si è veduto benanche, che tali difformità si succedono rapidamente quasi, e senza norma, per una serie crescente di velocità iniziali; in modo che per lo spazio a minuto secondo di 1600 piedi, la parte distrutta valutata coi saggi ridonda tripla di quella fornita dalla teoria.

La causa di questi divarii tanto rimarchevoli si ripete soprattutto dal disquilibrio atmosferico, che si omette nell' analisi, e che sotto le projezioni violenti rallenta considerevolmente il moto della palla. La pressione che soffrono gli strati del mezzo in tal caso, risultando più debole della forza espulsiva, non può incitare gli elementi fluidi ad occupare immantanente il voto che lascia il mobile.

Nella scala delle velocità iniziali si discerne quella, che comincia a sovvertere l' equilibrio dell' atmosfera, sul dato che la pressione di questo fluido equivale al peso di una colonna di acqua alta 32 piedi; poichè con siffatta conoscenza, e coll' altra delle gravità specifiche si trova l'altezza degli strati fluidi (supposti similari ed omogenei) =

$$32 \times 850;$$

e la velocità quindi, con cui la soprapposizione onerosa degli strati suddetti sollecita gli elementi ad affluire nel voto che lascia il mobile =

$$\sqrt{2g \times 32 \times 850} = 1278 \text{ piedi}.$$

Allorchè dunque la velocità di partenza di un globo oltrepassi 1278 piedi, il ritardo che le oppone il mezzo deve ricevere un significante aumento in confronto a quel valore che il calcolo esibisce.

417. Si rende necessario intanto il dare una norma qualunque, onde fissare la scala delle velocità residue alle distanze successive dall' origine delle projezioni. Per ciò fare vale il rammentare; che la formola sviluppata (§. 411) riguarda l' effetto della resistenza identico alla pressione di una colonna di aria alta $\frac{3}{5}$ della linea dovuta alla velocità iniziale: che siffatta considerazione tollerabile sarebbe fino alla projezione di 1278 piedi per minuto secondo (§. 416), se il solo disquilibrio dell' aria mettesse in soqquadro il rapporto delle resistenze: e che la resistenza è tripla per la velocità iniziale di 1600 piedi (§. 416); corrispondente perciò alla pressione, di un cilindro fluido alto $\frac{9}{5}$ della linea dovuta alla velocità primitiva. Sulla persuasione che le cariche da guerra non producono maggiori acceleramenti nelle palle, rintracciamo fino al limite di 1600 piedi l' altezza della colonna che resista ad una velocità v.

In conformità delle idee di Robins (*fig.*59) prendiamo le rette AB ed AC nel rapporto di $1600 : v$, e prolunghiamo AB in modo che la relazione di BD : AD esprima quella delle resistenze tra il moto molto lento, e 1600 piedi $= 1 : 3$; si potrà estimare CD : AD come le resistenze tra il suddetto moto lento, e v.

Posto ciò, si metta

$$AB = \frac{9}{5} = a,$$

si chiamino h ed f le altezze spettanti alle velocità v e 1600 piedi, ed x l'altezza della colonna di aria in opposizione alla velocità v.
Per le idee stabilite.

$$AB\,(a) : AC = 1600 : v = \sqrt{f} : \sqrt{h}, \text{ ed}$$

$$AC = a\,\frac{\sqrt{h}}{\sqrt{f}}.\;(1)$$

In appoggio delle stesse premesse

$$BD : AD = \frac{3}{5} : a :$$

e paragonando le eccedenze de' conseguenti sugli antecedenti agli stessi conseguenti, si avrà

$$AB : AD = a - \frac{3}{5} : a, \text{ e quindi}$$

$$AD = \frac{5\,a^2}{5\,a - 3}.\;(2)$$

La differenza tra le espressioni (1) e (2) dà

$$CD = \frac{5\,a^2\sqrt{f} - (5a - 3).\,a\sqrt{h}}{(5\,a - 3)\sqrt{f}}$$

Finalmente

$$CD : AD = \frac{3}{5} : x, \text{ ed}$$

$$x = \frac{3}{5} \times \frac{AD}{CD} = \frac{3a\sqrt{f}}{5a\sqrt{f} - (5a-3)\sqrt{h}}.$$

Il valore dell'x possiede le condizioni prescritte; poichè quando la velocità v è piccolissima, il termine $(5a - 3)\sqrt{h}$ si può negligere in comparazione di $5a\sqrt{f}$, ed x diviene $= \frac{3}{5}$: allorchè poi

$v = 1600$ piedi, risulta

$\sqrt{f} = \sqrt{h}$, ed

$$x = a = \frac{9}{5}$$

ARTICOLO V.

Tavole delle velocità per le palle da cannone.

418. Nell' esecuzione de' fuochi se si pretenda di consultare la teoria, per quella parte che possa ad essa concernere, bisognerà premettere la conoscenza della velocità iniziale spettante alla carica ed al calibro. Un calcolo approssimante di effetti contro masse consistenti (che rende i mezzi congruenti allo scopo, ed è il preludio delle regolari operazioni) esige il passaggio repente dalle velocità residue alle primitive, da queste alle cariche; ed anche l' inverso procedimento. L' accingersi ad esperienze, o pure a fastidiose applicazioni di analisi, ne'momenti di attacco, è incompatibile col dovere di ben regolare le manovre, di preparare le munizioni, di sostenere l' ordine (facile a smarrirsi) di ravvivare le offese, e di richiamare tutte quelle risorse che assicurano i favorevoli avvenimenti.

Se giova dunque il conoscere opportunamente la velocità con cui si debba projettare un mobile, o pure quella con cui si abbia da percuotere un argine, il ricercarla nelle occorrenze distrugge qualunque vantaggio, e rende scusabile la risoluzione di affidare il tutto all' evento. In questo una collezione di risultamenti dedotti dall' accordo reciproco della teoria con la sperienza, mentre appresta le notizie necessarie, risparmia ardui tentativi in tempi disadatti; e perciò si manifesta pregevole.

419. Dimostrato l' utile che arreca la compilazione

delle tavole sulle velocità, esaminiamone la costruzione e l'uso.

Lombard ha pazientemente investigate le velocità primitive ed anche le residue pe' cannoni modellati a tenore delle ordinanze del 1765. Le tavole da lui prodotte non possono, per principii teoretici, aver luogo in altro sistema di dimensioni, a causa che le lunghezze delle anime, ed i pesi delle armi influiscono a modificare con possanza gli effetti del motore (§§. 375 e 388). Assumendo per norma il lavoro di Lombard, esporremo in generale il metodo di compilazione.

420. La velocità, che dopo replicate spinte la corrente elastica comunica ad un globo, dipende dalla quantità della polvere, dalla sua qualità, e dal calibro: sono queste perciò le categorie che abilitano senza equivoco a determinarla.

Una raccolta di velocità iniziali, carpita da minuti sperimenti, deve costituire il cardine delle ricerche analitiche, in mancanza della quale non si potrebbe dare appoggio alle analogie (§.390): nè tutto deve attingersi dalle pratiche, poichè l'impresa sarebbe dispendiosa, e l'esercizio lungo e tedioso della stessa manovra frastornerebbe l'attenzione fino al punto di affastellamento.

Ricavandosi pertanto col metodo delle immersioni le velocità quasi iniziali per alcune cariche e per un dato calibro (§. 401), si passa a profittare de' mezzi teoretici, i quali suggeriscono: 1° tra brevissime differenze le quantità delle polveri proporzionali ai quadrati delle velocità (§. 390): 2° le rispettive qualità nella

ragione delle portate fornite dal polvercmetro a mortaro (§. 78): 3º i quadrati delle velocità nel rapporto inverso de' pesi delle palle (§. 390). Nel distinguere dunque con caratteri variabili tutti gli enunciati elementi, i quadrati delle velocità serberanno la ragione composta dalle dirette delle cariche e delle portate di prova, e dall' inversa delle masse lanciate.

421. Inspezioniamo all' oggetto una delle tavole di Lombard concernente l' attuale materia.

PEZZO da 24.

	Portate del mortaro di prova			
Cariche di polvere	Tese 125	Tese 130	Tese 135	Tese 140
	Velocità iniziali della palla			
Libbre	Piedi	Piedi	Piedi	Piedi
3/4	500	510	520	529
1	575	586	598	609
1 1/2	700	714	727	741
2	810	826	842	857
2 1/2	906	924	942	959
3	990	1010	1029	1048
3 1/2	1065	1086	1107	1127
4	1132	1154	1176	1198
5	1125	1275	1300	1325
6	1320	1346	1372	1397
8	1425	1453	1481	1508
10	1475	1504	1533	1561
12	1530	1560	1590	1619

In questa collezione i valori compresi nella colonna di 125 tese sono stati ricavati dalle sperienze : i numeri della seguente colonna sono i prodotti de' primi

per $\sqrt{\frac{130}{125}}$, sul riflesso che sotto le costanti cariche,

le velocità sono proporzionali alle radici delle qualità, o delle portate di prova : nelle colonne successive si è operato sulla medesima norma. La stessa tavola si è traslatata agli altri calibri, con moltiplicare i numeri in essa contenuti pel rapporto inverso delle radici de' pesi rispettivi delle palle : come a ragion di esempio, pel pezzo da 16, i numeri della tavola esibita sono stati

moltiplicati senza disturbo di classificazione per $\sqrt{\frac{24}{16}}$,

o sia per $\sqrt{\frac{3}{2}}$: e così del resto.

422. Le velocità residue, da inserirsi parimente nelle tavole, si deducono dalla formola

$$L.\ v = L.\ u - cx \ (\S.\ 411)$$

facendo variare secondo il bisogno u, x, ed il coefficiente della resistenza c. Pel maneggio di quest' ultima quantità, si prescrive ad essa l' espressione

$\frac{3}{5} \cdot \frac{3D}{8rD'}$ (§§. 413, 417.) per un moto molto

lento : per lo spazio a minuto secondo di 1600 piedi

si fa $\frac{9}{5} \cdot \frac{3D}{8rD'}$: e per una velocità di partenza in-

termedia se le attribuisce il simbolo $n \cdot \frac{3D}{8rD'}$, in cui n corrisponde a

$$\frac{3a\sqrt{f}}{5a\sqrt{f}-(5a-3)\sqrt{h}}$$

Giova sempre per l' adozione di tali valori il comparарne alcuni ai risultamenti delle sperienze, onde correggerne il registro progressivo.

423. Conduce alla maggiore intelligenza dell' esposto l' esercizio di calcolo sulla seguente tavola di Lombard (*Nota* 5. *par.* 3.).

PEZZO da 24.

Tavole delle velocità che restano alla palla a differenti distanze dal cannone.

Velocità iniziali nelle palle	*Distanze dal cannone in Tese.*					
	50	100	150	200	250	300
piedi	piedi	piedi	piedi	piedi	piedi	piedi
500	476	553	432	411	392	373
550	524	499	475	452	431	410
600	571	544	518	493	470	448
650	619	589	561	535	509	485
700	667	635	604	576	548	522
750	714	680	648	617	587	559
800	762	726	691	658	627	597
850	809	771	734	699	666	634
900	857	816	777	740	705	671
950	905	862	820	781	744	709
1000	952	907	864	822	783	746
1050	1000	952	907	864	822	783
1100	1048	998	950	905	862	821
1150	1095	1043	993	946	901	858
1200	1143	1088	1036	987	940	895
1250	1190	1134	1080	1028	979	932
1300	1238	1179	1123	1069	1018	970
1350	1286	1224	1166	1110	1057	1007
1400	1333	1270	1209	1151	1097	1044
1450	1381	1315	1252	1193	1136	1082
1500	1428	1360	1296	1234	1175	1119
1550	1476	1406	1339	1275	1214	1176
1600	1524	1451	1382	1316	1254	1193

Avvertiamo però che le linee verticali delle velocità residue dovrebbero differire dalla serie delle iniziali, non solo per quanto lo esigono le distanze, ma benanche per quanto concerne l' espressione c sotto gli aumenti successivi delle iniziali suddette. Questo però non si osserva nella tavola esibita: il coefficiente della resistenza c si considera invariabilmente $= \frac{9D}{40rD'}$, ad onta delle conseguenze inesatte che se ne ritraggono, con ispecialità nell' oltrepassare 1278 piedi di velocità iniziale (§. 416).

Le tavole appartenenti agli altri calibri conservano tra esse quei cambiamenti, che i raggi delle palle introducono nell' espressiene di c.

424. In riguardo all' uso diremo brevemente, che le tavole tendono a soddisfare i seguenti quesiti: 1° data la carica per dose e per qualità, ed assegnato il calibro, trovare la velocità iniziale: 2° stabilire la carica in funzione della velocità iniziale, del calibro, e della portata di prova: 3° data la palla ed anche lo spazio di projezione per minuto secondo, ricercare la velocità che resta ad essa ad una determinata distanza dal cannone: 4° rimontare dalle velocità residue alle iniziali: 5° passare dalle cariche alle velocità residue, e da queste alle prime.

In generale, allorchè le condizioni prescritte esistono nelle tavole, il numero comune alle due linee de' dati sarà quello richiesto. Che se la serie delle polveri di carica, ed in conseguenza le altre degli effetti non comprendano qualche dato enunciato, occorrerà servirsi di ripieghi, che per mezzo di esempii faremo conoscere.

1° Si supponga il calibro del cannone da 24, il peso della carica 1 1/4 libbre, e la sua qualità di 125

tese del polverometro. Onde ritrovare la corrispondente velocità iniziale, si dovrà prendere quella di 575 piedi relativa alla carica inferiore, e dopo avvalersi della proporzione

$\sqrt{1} : \sqrt{1\ 1/4} = 575 : 643$: velocità richiesta

2° Supposto il calibro costante, e data la velocità di projezione di 1020 piedi, rintracciare la dose opportuna di polvere della qualità di 125 tese. Essendo il problema inverso del primo, farà mestiere assumere dalle tavole la velocità di 990 piedi (prossimamente inferiore alla data) ed indi stabilire l'analogia

$(990)^2 : (1020)^2 = 3 : 3', 185$ libbre : carica domandata.

3° Data la velocità residua di 540 piedi, per una palla da 24, ed alla distanza di 150 tese, rinvenire la velocità primitiva, e la carica quindi per conseguirla. Per ciò ottenere si prendano nella colonna di 150 tese i numeri 518, e 561 prossimi al dato; e gli altri 600, e 650 ascritti in corrispondenza di essi nella linea delle velocità iniziali. Essendo de' due primi numeri la differenza 43, quella de' secondi 50, e l'altra 22, tra 540 (velocità residua assegnata) e 518, si faccia

$43 : 50 = 22 : 25, 58$:

laonde coll'aggiungere 25 a 600, si avrà 625 piedi per la volocità iniziale; ed 1,182 libbre per la carica, distinta da 125 tese del mortaro di prova.

Le regole addotte sono sufficienti per risolvere qualunque quistione possa sorgere sull' assunto.

SEZIONE II.

Teoria sul tiro.

424. Cessando il motore elastico di accelerare il corso del mobile, questo nello spazio percorre una traccia modificata da parecchie forze, le quali sottraendosi in parte dal rigore dell' analisi, rendono superiore ai mezzi il disegno di presentàre con caratteri profittevoli l'indole della traettoria, e poco solubili i problemi che ne dipendono.

425. Gli antichi artiglieri opinavano che l'atmosfera, perchè povera di massa, non avesse potuto ostare al moto de' projettili. S' industriavano eglino di mettere in accordo de' saggi ricercati ed illusivi co'precetti meccanici. Ma la rifrazione della luce, le deviazioni delle correnti elettriche, ed altri fenomeni manifestavano loro apertamente l' inganno.

La balistica pel voto, esatta ne'suoi principii e nelle sue conseguenze, soffre alterazioni tali in pratica, da confondere gl' ingegni i più felici, e da recare fondata diffidenza nelle investigazioni. L' influenza dunque dell' atmosfera sul moto de' projettili inviluppa la teoria in astrusi calcoli, che sgomentano ogni esercitato analista; ed essa obbliga perciò a produrre delle ipotesi, a negligere degl'incidenti., ed a procedere con altre irregolarità che rendono la teoria suddetta quasi di ostentamento, perchè quasi sterile di applicazioni.

Nell' accoppiare la resistenza (spogliata finanche da' suoi eventuali caratteri) alle forze di projezione e di gravità, la discussione sulla traettoria, dopo lunghe ed elaborate ricerche, trovasi tuttavia debole ne'suoi mez-

zi onde pervenire all'utile. Si è pensato perciò di segregare il tiro del cannone da quello del mortaro; giacchè assumendosi per le prime armi la corda come linea balistica, la supposizione è tollerabile in rapporto alla piccola convessità della traccia, si evita la complicazione de' calcoli, e si crede (circa il profittevole) che la pratica possa ritrarne delle buone risorse. Pe' mortari poi, la loro disposizione di servizio non permettendo di confondere la corda con la curva, le portate devono necessariamente dedursi dall' equazione tra le coordinate. Dall' esposto prende origine la distinzione de' tiri in rettilinei, ed in curvilinei, de' quali tratteremo con ordine progressivo.

ARTICOLO VI.

Nozioni preliminari sul tiro de' cannoni.

426. Per la regolarità de' fuochi, l' oggetto a bersagliare deve èssere con industria attraversato dal piano verticale, diretto secondo l'asse del pezzo. Questo piano ideale incontra l' esterno inviluppo del cannone ne' punti più elevati della culatta e della tromba, e perciò resta protratto dalla visuale che si vibra pe' suddetti punti, detta linea di *mira naturale.*

427. Ben di rado succede che l' indicata manovra guidi da se sola all' effetto; sovente la' traccia del mobile, abbenchè esistente nel piano di mira, pure s'innalza o si abbassa in rapporto al punto da ferire. I tiri riuscirebbero vani in tal caso, se alla mira naturale non se ne surrogasse un altra *artificiale*, determinata nella sua obbliquità verso l' orizzonte dalla distanza e dalla velocità di projezione.

Per diffondere chiarezza in siffatta materia, onde meglio discernere il bisognó d' impiegare le visuali, naturali, od artificiali, indichiamo (*fig.* 60) per BM l' asse di un cannone prolungato a volontà, e per LF, e CB i raggi della tromba e della culatta: esprimerà CF la mira naturale, la quale col suo allungamento taglia la linea balistica ne' punti variabili p, e p', e l' asse del pezzo alla distanza LO costante per ciascun calibro.

Non potrebbe la palla radere il piano verticale di mira, nè vi sarebbero incontri con la linea di movimento, se la teoria lasciasse un libero campo ai rimbalzi, e ne seguisse gli andamenti capricciosi con dubbiose in-

vestigazioni: bisogna omettere quindi l' angolo di partenza, e presupporre sulla direzione media dell' arme le condizioni delle projezioni, e le tracce de' projettili.

Si diriga intanto per le eminenze del cannone la visuale *CF* allo scopo esistente in *p*, o *p'* (punti che accidentalmente trovansi allogati benanche nella traettoria) si scorge che la palla deve produrre il suo effetto, e che la semplice guida della mira naturale assicura l'esattezza dei tiri. Non sono queste però delle ovvie occorrenze per un dato pezzo e per una carica costante; poichè con tali premesse la linea balistica *LNN'* non può variare, mentre il bersaglio può occupare un sito qualunque sul prolungamento *FK'*.

Quante volte il punto a colpire si presenti in *K*, tra gl' incontri *p*, *p'*, se si stabilisce la mira naturale come norma del tiro, la palla ferirebbe la verticale del punto *K* in un punto *N*, ad esso superiore. In questo, l' aggiustatezza del tiro prescrive, che l' intersezione artificiale *N* della retta *NE* (fissata dal culmine della tromba) con la linea di movimento succeda al punto *K*. Dovrebbe dunque la retta *EN* servire come mira, se si potesse questa dirigere allo scopo per un punto *E* sottoposto all' altro *C*. In qualunque modo, conduce alla correzione del tiro il deprimere la volata del pezzo, e quindi la mira naturale per una quantità determinata.

Che se il posto del punto a collimare ed a battere sia *K'*, a maggiore distanza del punto *p'*, la mira naturale vibrata al segno, cagionerebbe benanche il fallimento del tiro, obbligando la palla a passare per un punto inferiore *N'*. Ma in questi casi riesce agevole il praticare gli opportuni mezzi artificiali; a

motivo che l'incontro della retta $N'F$ col raggio di culatta sempre domina il punto C, e si presta a ben regolare la nuova visuale $N'E'$. Con siffatta ipotesi, l'uso della mira artificiale prescrive una elevazione di volata.

428. Ci resta ad avvertire: che gli angoli formati dalle linee di mira coll'asse del cannone si distinguono parimente in artificiali ed in naturali: che dessi producono la stessa specificazione ne' tiri (detti generalmente di *punto in bianco*); e che nelle discussioni relative all'attuale materia si suppone costantemente, che la mira naturale protratta vada ad incontrare il punto medio del bersaglio.

ARTICOLO VII.

Sviluppo della teoria.

429. La teoria sul tiro del cannone tende alla determinazione dell'angolo di mira, la cui ricerca (come abbiamo osservato (§. 425)) è poco guarentita dalla primitiva ipotesi, quasi arbitraria.

Sia pertanto x la linea balistica fino all' intersezione della linea di mira che si presta al tiro (o la corrispondente corda) (§. 425) u la velocità iniziale della palla, e c il coefficiente della resistenza. Per la durata del movimento si ha

$$t = \frac{e^{cx} - 1}{cu}$$ (§. 412); ed essendo

$$e^{cx} = 1 + cx + \frac{c^2x^2}{2} + \frac{c^3x^3}{2.3} + \text{ecc:}$$

(serie rapidamente decrescente); si avrà perciò

$$t = \frac{1}{u}\left(x + \frac{cx^2}{2} + \frac{c^2x^3}{2.3}\right).$$

Necessita ora un' altra espressione dello stesso tempo. Si ammetta all' uopo (*fig.* 61), che la mira naturale *GHCF* sia orizzontale (essendo *F* il suo incontro con la traccia del mobile) e che *BE* denoti il prolungamento dell' asse del pezzo: la verticale *EF* indicherà l' altezza da cui la palla scenderebbe (sotto gl' impulsi della gravità) nello stesso tempo della sua traslazione al punto *F*. Da *B* si meni l' orizzontale *BD*: con ciò, la differenza costante tra le verticali *ED* ed *EF* si potrà omettere, si potrà considerare

$$BD = BF = x,$$

e l' angolo *EBD* (formato dall' asse e dalla parallela alla linea di mira) segnerà generalmente l' angolo in quistione $= \varphi$.

Posto ciò, pel triangolo rettangolo *EBD*, sarà

$$ED = x \tan.\varphi\,,$$

ed il tempo della discesa per *ED* verrà espresso da

$$\sqrt{\frac{2x\tan.\varphi}{g}}\,,\text{ o sia}$$

$$t = \sqrt{\frac{x\tan.\varphi}{15,1}}\,.$$

Se ne ricava dunque

$$\frac{x\tan.\varphi}{15,1} = \frac{1}{u^2}\left(x + \frac{cx^2}{2} + \frac{c^2x^3}{2.3}\right)^2,\text{ e}$$

$$\tan.\varphi = \frac{15,1}{u^2}\,(x + cx^2)\,;$$

arrestando sempre lo sviluppo alla terza potenza dell' x, per la rapida convergenza della serie.

430. Si è data alla mira la disposizione parallela all' orizzonte : ma nel considerarla comunque (*fig* 62), la verticale *EF* dovrà dedursi dalla differenza tra *ED* ed *FD* (non più trascurabile) e sarà

$$BD = x\cos.FBD.$$

Nella formola stabilita dunque si dovrebbe sostituire ad $x\tan.\varphi$ l' espressione.

$$x\cos.FBD(\tan.EBD - \tan.FBD);$$

se le inclinazioni limitate che il cannone può ricevere sull' affusto, non abilitassero a riguardare come valevole in tutti i casi pratici l' equazione fondamentale

$$\tan.\varphi = \frac{15,1}{u^2}(x + cx^2)$$

431. Nel sostituire le espressioni numeriche ai simboli u, c, ed x, risultando l'angolo φ identico a quello di mira naturale, basterà vibrare la visuale allo scopo pe' punti culminanti dell' arme: essendovi poi qualche divario tra i mentovati angoli, si dovrà aggiustare il tiro con inclinare la visuale artificiale verso l' asse, analogamente al valore di φ che il calcolo fornisce.

432. Onde tirare al bersaglio sotto un angolo di mira maggiore di quello naturale, è conducente il *graduatore*. L' ordigno consiste in una riga incastrata dietro la culatta del cannone, e con giuoco tale nel suo canaletto, da elevare a piacimento l' origine della mira. Soltanto i pezzi di battaglia si muniscono di graduatore fisso, e per una consuetudine capricciosa si destina per la grossa artiglieria uno stelo mobile, da servire parimente ad ingrandire gli angoli di mira.

Si fissa l' espressione generale del graduatore, denotando (*fig.* 63) con $BDOF$ una sezione al cannone secondo l' asse, con BO la mira naturale, e con BA una elevazione qualunque della mira artificiale AO. Tirata OC paralella all' asse DF pel culmine della tromba, sarà AOC l' angolo di mira artificiale $= \varphi$, e BOC quello che le ordinanze prescrivono al pezzo $= a$. Il triangolo rettangolo ACO dà

$$AC = OC \tan.\varphi,$$

e dal triangolo BOC si deduce

$$BC = OC \tan.a; \text{ perciò}$$

$$AB = OC (\tan.\varphi - \tan.a).$$

433. Si vede intanto che siffatta espressione com-

peta, a tutto rigore, al graduatore fisso, applicato nel prolungamanto del diametro di culatta, da cui la mira prende origine. Il graduatore mobile, disponendosi nel verso verticale, o per altra direzione arbitraria non resta ben determinato con la regola stabilita: anche perchè colui che appunta il cannone (intento sempre a vibrare la mira) ben di rado erge lo stelo in continuazione del diametro che fissa il culmine della culatta.

Si rileva ancora che dipendendo da elementi, costanti in parte, la valutazione de' graduatori, questi debbano variare a tenore della diversità delle ordinanze su cui i pezzi trovansi modellati: e che ad ogni innovazione, che si apporti alle dimensioni delle armi, debba seguire la convenevole correzione delle tavole de' tiri.

434. Lombard riunisce sull' assunto le opportune nozioni nel seguente modo.

	Calibri	Raggi		*Intervallo tra questi due raggi*	*Angol. della linea di mira coll' asse.*
		Al culmine della tromba	*All' estremità della culotta.*		
		Pollici	Pollici	Pollici	Gradi
Di assedio	24	9, 02	6, 45	117, 63	1°, 15′, 6″
	16	7, 9	5, 65	113, 18	1°, 8′, 20″
	12	7, 17	5, 13	106, 89	1°, 5, 36″
	8	6, 27	4, 48	96, 52	1°, 3′, 45″
Di battagl.	12	6, 23	4, 93	76, 53	0°, 58′, 23″
	8	5, 44	4, 3	66, 72	0°, 58′, 44″
	4	4, 31	3, 4	52, 99	0°, 59′, 2″

435. Se d' altronde dal reciproco rapporto della velocità di projezione della distanza e del calibro l'angolo φ (§ 429) risultasse inferiore a quello di mira naturale, il graduatore (funzione delle tangenti di φ e di a (§. 432)) sarebbe negativo: ed in questo, supponendo che M fosse culmine della cu latta (*fig.* 64) converrebbe distinguere nel verso di MA la porzione

$$MD = OC\,(\tan.\ \varphi - \tan.\ a)\ (\S.\ 432),$$

e pel punto D vibrare la visuale DOu.

Atteso l'impossibilità di mirare in tal guisa, Lombard si serve, per la rettificazione de'tiri, dell'espediente di deprimere la mira naturale giusta le condizioni che si prescrivono. In effetto, eseguendosi la rotazione intorno all' asse degli orecchioni R, fino a che la mira artificiale dx ferisca il segno in x (§. 428), la mira naturale Mx prenderà la posizione $M'y$, e rimarrà depressa per la quantità xy : laonde, valutando xy su i dati del problema, e spiccando al punto y la mira naturale MO, quella artificiale DO protratta, dovrà incontrare il punto x. Circa la determinazione della verticale xy, Lombard considera simili i triangoli $M'O'd$, ed $xO'y$, e da essi deduce l' analogia seguente, cioè : $O'd$ (che assume per l' intervallo tra i due diametri): al graduatore $M'd = O'x$ (che riguarda per linea di movimento) : xy.

436. Mettendo da parte le inesattezze del metodo enunciato, non sembra regolare il rapportare da lontano una nota misura al disotto del punto a battere ; nè sembra convenevole il correggere la depressione della mira naturale con qualche tiro di prova, attesochè il bisogno delle risorse pratiche rende di poca importanza i tentativi teorici.

437. In mezzo alle tante difficoltà che si parano nel preparare il tiro a distanza minore del punto in bianco naturale, il modo più congruente di agire (ma non preciso) sarebbe quello di stabilire lo sviluppo opportuno della *vite di punteria*, onde traslatare la mira artificiale nel sito della naturale, diretta allo scopo (§. 428). Alla ricerca di un tale sviluppo sieno, MO la mira naturale, MD il graduatore negativo, DOu la mira artificiale prolungata indefinitamente, R il centro degli orecchioni, RA la paralella all' asse, ed x il punto a colpire.

Essendo R ed x punti assegnati per distanza e per livello, la retta Rx sarà data di posizione e di grandezza, mentre l' altra Du lo sarà soltanto di posizione: descrivendosi perciò col centro R l' arco xz, l'angolo RzD si renderà noto per mezzo della perpendicolare (anche nota) che da R s'intenda abbassata sopra OD, e l'angolo xRz sarà quello di rotazione, onde produrre l' aggiustamento del tiro.

Riflettiamo ora che tutte le circostanze ne' tiri de' cannoni, cioè distanze, inclinazioni, varietà di livello, ed altre, ci abilitano a considerare il punto O come allogato nella circonferenza che passa pe' punti R, x, z, ed a supprimere quindi qualunque differenza tra gli angoli zOx, zRx: ma

$$zOx \doteq NLx - ONB = a - \varphi;$$

perciò l'angolo di rotazione zRx si potrà estimare benanche $= a - \varphi$.

Ad oggetto di segnare in figura il trapezio $MABO$ dopo il movimento, si dovrà dal punto x tirare l' indefinita xd talmente che l'angolo Rxd (r) risulti eguale all'altro RzD (r). Bisognerà in seguito col centro R, e con gl' intervalli RO, RD tracciare gli archi OO',

Dd fino all' incontro della retta xd: il punto O' denoterà il culmine della tromba, e d il limite della mira artificiale. Farà mestiere finalmente l' applicare le rette $O'b$, da sotto gli angoli del trapezio in O, ed in D; e condurre per R la retta ab in modo che l' angolo BRb ridondi $= a - \varphi$.

Ciò premesso, esprima $ABDP$ (*fig.* 65) la consueta sezione al cannone, ed R il centro degli orecchioni. Tirata la retta RB, si faccia l' angolo

$$BRB' = a - \varphi,$$

e si completi il profilo inclinato $A'B'D'P'$: si scorge chiaramente che BB' sia lo sviluppo della vite mobile di punteria, atto all'aggiustamento del tiro. Onde determinarlo si avverta, ch' essendo BRB' un triangolo isoscele, sarà

$$BB' = 2RB.\ \text{sen.}\ \frac{1}{2}\ BRB' =$$

$$2RB.\ \text{sen.}\ \frac{1}{2}\ (a - \varphi)$$

In quanto all'altezza della vite fissa, espressa in figura da Bx, ed anche conducente a rettificare i tiri, l'espressione da competerle sarà

$$BB'.\ \frac{\text{sen.}\ BxB'}{\text{sen.}\ BB'x}.$$

Essa dunque risulta una funzione degli angoli variabili x e B', e non può quindi valutarsi generalmente.

Conchiudiamo da ciò che, inserendo nelle tavole dè tiri gli sviluppi della vite di punteria, anzichè le depressioni della mira naturale, essi saranno profittevoli soltanto per le viti mobili. Per le viti stabili (come quelle che si applicano agli affusti di assedio, di di-

fesa, e di costa) le tavole suddette non potranno dare giavamento, e si dimostreranno disadatte come pe' graduatori mobili (§. 433).

438. Col modo di riguardare le tracce delle palle linee rette, alle brevi distanze si sovverte la progressione de'risultamenti. La palla slanciata dal cannone, sperimentando l'azione di varie forze, monta, declina, e percorre quindi una curva. La curvità abbenchè abbia poco rigoglio, pure è quella che produce la seconda intersezione tra la mira naturale e la linea di movimento; e da essa emerge (in prossimità del pezzo) l'andamento de' graduatori negativi, ed anche l'altro delle depressioni della mira naturale, onde appuntare l'arme con aggiustatezza. Pe' graduatori siffatti vi è dunque un massimo, corrispondente al punto della traettoria, di massima elevazione sulla linea di mira, e vi sono delle successive diminuzioni, analoghe alla curvità del movimento, le quali finiscono a zero nelle intersezioni di punto in bianco naturale. Maneggiando in tali ricerche l' equazione della curva, si potrebbe discernere la serie de' graduatori negativi: ma col metodo adottato di approssimazione, questi sempre aumentano al diminuire delle distanze. Lombard deduce dall' espressione degli abbassamenti della mira naturale il massimo tra essi, e la distanza a cui debba aver luogo: il ripiego però non conduce a dimostrare la serie di tali abbassamenti, nè l' altra de' graduatori negativi, dà solo una certa norma di poca guida nelle investigazioni.

439. Un aspetto molto più semplice acquisterebbe la presente analisi, se sulla tromba del cannone si er-

gesse un risalto da rendere la mira naturale parallela all' asse del pezzo (come si costuma nelle fonderie di Russia). Si eviterebbero con tal ripiego le intersezioni tra la mira naturale e la linea balistica : svanirebbe ogni distinzione di tiro per la mancanza del punto in bianco naturale : la pratica sarebbe considerevolmente agevolata : e per una distanza qualunque dall' oggetto a ferire si presterebbe utilmente il graduatore positivo , dipendente nella sua lunghezza dall' effetto della gravità , funzione quindi del tempo , ed atto ad essere calcolato sulla formola

$$t = \frac{e^{cx} - 1}{cu} \quad (\S.\ 412).$$

In effetto , l' abbassamento della palla è $= \frac{gt^2}{2}$, in dove

$$g = 30,2 \text{ piedi :}$$

ed il graduatore opportuno è quarto proporzionale in ordine alla distanza, alla somma dell' abbassamento della palla, del raggio della tromba, e del risalto , ed all' intervallo dal culmine della tromba alla culatta .

440. Per trarre qualche profitto da questa teoria nelle occorrenze, fa mestiere riunire con pazientissimo travaglio, e registrare nelle tavole le misure de' graduatori e gli abbassamenti della mira naturale , prescritti dal calibro , dalle distanze , e dalle cariche. Per ciò fare si deducono le notizie opportune dalle tavole di velocità, le quali a tal fine tendono principalmente . Alle depressioni della mira naturale si potrebbero surrogare gli sviluppi della vite di punteria : in ogni modo però,

se il cumulo delle ipotesi e delle negligenze distolga la convenevole approssimazione (come in pratica si potrà contestare) l'attuale analisi sarà ragionevolmente riguardata come infruttuosa: il che suole accadere nelle applicazioni difficoltose della scienza esatta.

441. Onde compilare le tavole de' tiri, si stabilisce primamente la minima velocità, che le cariche ordinarie possono imprimere nelle palle da cannone di dato calibro; si rapporta in seguito siffatta velocità ad una serie di distanze, e se ne deducono gli angoli di mira uniformi alle leggi teoriche (§. 429).

Risultando gli angoli suddetti minori di quello naturale del pezzo assegnato, si procederà (§§. 435. 437) al calcolo delle depressioni di mira, o degli sviluppi della vite di punteria fino alla distanza del punto in bianco naturale. Si fissano quindi delle velocità maggiori, e si replica per esse lo stesso scrutinio; e dopo si registrano i risultamenti nelle tavole (come ha praticato Lombard) coll' ordine seguente per ciascun calibro

Tavola delle quantità per cui il pezzo da 24 debba essere appuntato al disotto del segno a percuotere, essendo le distanze minori del punto in bianco naturale.

Velocità iniziali	*Distanze dalla batteria.*	*Depressioni della mira naturale.*		
piedi	tese	piedi	pollici	linea
450	10	0	6	0
	20	0	11	10
	30	0	10	10
	40	0	2	10
	43	portata. di punto in bianco		
475	10	0	6	4
	20	1	1	2
	30	1	1	11
	40	0	8	3
	48	portata. di punto in bianco		
500	10	0	6	7
	20	1	2	3
	30	1	4	8
	40	0	10	4
	50	0	3	8
	53	portata, di punto in bianco		

E così nel proseguimento.

442. Allorchè gli angoli di mira emergenti dalla formola fondamentale eccedano quello di mira naturale, si determineranno i corrispondenti graduatori positivi, profittando dell' espressione

$$OC\ (\tan.\ \varphi - \tan.\ a)\ (\S.\ 532)$$

La serie si disporrà nel modo che da altra tavola di Lombard apparisce

PEZZO da 24.

Tavola de' graduatori, quando le distanze a ferire sieno maggiori di quella del punto in bianco naturale.

Distanze dalla batteria.	*Velocità iniziali della palla.*											
	450. p.		475 p		500 p.		525 p.		550 p.		575 p.	
Tese	Gradu.		Gradu.		Gradu.		Gradu.		Gradu.		Gradu.	
	pol.	l.	pol.	l.	pol	l.	pol.	l.	pol.	l.	pol.	l.
43	pun. b.											
48	0	0	pun. b.									
50	0	0	0	2								
53					pun. b							
58							pun. b.					
60	0	11	0	7	0	4	0	1				
64									pun. b.			
70	1	6	1	1	0	9	0	6	0	3	pun. b.	
80	2	1	1	8	1	3	0	11	0	8	0	4
90	2	8	2	2	1	9	1	4	1	0	0	9
100	3	4	2	9	2	3	1	9	1	5	1	1
110	3	11	3	3	2	9	2	3	1	10	1	6
120	4	7	3	10	3	3	2	8	2	3	1	10
130	5	3	4	5	3	9	3	2	2	8	2	3
140	5	11	5	1	4	4	3	8	3	2	2	8
150	6	7	5	8	4	10	4	2	3	7	3	1
160	7	4	6	3	5	5	4	8	4	0	3	6
170	7	11	6	10	6	0	5	2	4	6	3	11

E così nel proseguimento

443. L'uso delle tavole esibite rilevasi dalla loro inspezione. Onde servirsene necessitano le conoscenze delle cariche relative alle velocità iniziali, e delle distanze. Le tavole delle velocità soddisfano alle prime ricerche: le distanze poi si determinano con semplicissime operazioni geodesiche, in mancanza di un colpo di occhio ben esercitato ad apprezzarle.

ARTICOLO VIII.

Rimbalzi.

444. Di poco effetto riuscivano gli sforzi di aggressione nell'estinguere le difese delle piazze e di altri siti forti, prima che si fosse ideato lo stabilimento delle batterie di rimbalzo. I tiri diretti, ed anche gli obbliqui danneggiano i parapetti, senza prendere dominio sull' artiglieria che essi coprono. Ecco perchè, nelle epoche anteriori a Uauban, gli assedii tiravano molto alla lunga, arrestavano i progressi di un' armata favorita dagli eventi, e si riguardavano come inciampi validi a cambiare l'aspetto delle cose, ed a risarcire le perdite sofferte ne' precedenti attacchi.

I cannoni e gli obici posti in azione su i prolungamenti delle opere, o delle linee ad espugnare, estendono le offese per lunghi spazii, e possono con pochi colpi esatti inutilizzare solide artiglierie. Con tale espediente si lascia quasi ai recinti bloccati la sola forza passiva, facile a superarsi sotto la protezione delle stesse batterie di rimbalzo; le quali con allontanare, o con isconcertare le truppe di difesa, spianano la trada a rapidi approcci.

445. Il tiro si dice di rimbalzo quando la palla, dopo di avere percosso il riparo di un' opera, si elevi per iscorrere una nuova traccia, e replichi ciò fino all' estinzione del movimento. Il numero dei salti, l' elevazione massima e l' indole di ciascuna curva derivano sempre da un cumulo di cause variabili; come sarebbero, velocità residue ed angoli d' incidenza successivi, disposizioni ed elasticità nel terreno, resistenze di ostacoli accidentali, inclinazioni varie de' piani urtati,

ed altre. Bisognerà dunque discutere la quistione con negligenze, e con caratteri di poca precisione.

446. Entrando in materia, osserviamo prima in generale, che se la palla per una direzione qualunque AB (*fig.* 66) percuota il piano CD, per l'obbliquità, la forza AB si risolverà nelle componenti, NB perpendicolare al piano, e BC ad esso parallela. La resistenza del piano dovrà distruggere la prima componente, e la seconda BC obbligherà il mobile a rotolare sull' appoggio.

Sotto una più obbliqua incidenza, la componente BN si fa minore in ragione de' seni, e la disposizione quindi degli oggetti si rifiuta a cagionare una perdita rimarchevole di forza.

447. Indipendente l' urto dalle qualità de' corpi assicura il successo indicato: ma se vogliamo esaminare il fenomeno effettivo, bisognerà ammettere un avvicinamento forzoso tra le molecole tormentate. Dopo la scossa i corpi riacquistano sovente la primitiva figura; altre volte però resta una impronta nel piano urtato, che ne altera la forma. In ambedue i casi il globo deve rimbalzare, come è facile il dimostrare.

1° » Se una insita elasticità spieghi gli elementi compressi, lo sviluppo di essi riprodurrà una porzione di forza Bx nel verso perpendicolare al piano; e questa, componendosi con la residua BC, darà per risultante By tangente alla nuova linea di movimento.

2° » Se poi il piano urtato sia dotato d'inerzia, e sia cedevole alle percosse, in tale ipotesi, la componente NB astringerà la palla ad immergersi, e la residua NC) agendo in mezzana cospirazione con la forza che ad essa resiste) le restituirà un progressivo moto curvilineo.

448. Stabilite tali nozioni, si rifletta, che nel rimbalzare il terrapieno di un' opera, le batterie (collocate tra la prima e la seconda parallela) ne distano per 300 a 200 tese. D' altronde è facile il comprendere che ciascuna palla per soddisfare le mire, debba declinare, o sia tracciare il ramo discendente della traettoria (che la teoria suppone rettilinea) nel radere lo spalleggiamento dell'opera suddetta. Si hanno dunque per dati (onde discutere la quistione) la distanza, ed una condizione valida ad esternare la durata del movimento. Difatti, per esperienza si è ravvisato, che nel dare una piccola elevazione sull' orizzonte ad un cannone di assedio, la palla comincerà a declinare a 250 tese dopo $2\frac{1}{3}$ minuti secondi: a 250 tese, elassi $2''\frac{2}{3}$: ed a 300 tese, dopo 3″. Mediante la distanza ed il tempo, le formole prodotte sono idonee a spingere la ricerca sulla carica, e sul graduatore.

Prima di tutto, l' equazione

$$u = \frac{e^{cx} - 1}{tc} \text{ (§. 412)}$$

si presta ad esibire la velocità iniziale corrispondente a quei valori di t, e di x che vi si mettono in rapporto. Le tavole analoghe forniscono indi la carica relativa anche al calibro ed alla nota qualità di polvere. Questa sempre risulta inferiore a quella ordinaria da guerra, ed obbliga a ricercare l' angolo di mira con la formola

$$\tan.\ \phi = \frac{15,1}{u^2}\ (x + cx^2)\ (\S.\ 429)$$

ed a fissare il graduatore positivo col mezzo dell'espressione

$$OC\ (\tan.\ \phi - \tan.\ a)\ (\S.\ 432)$$

Conchiudiamo perciò, che impiegandosi la carica emergente dalla prima indagine, e vibrandosi alla linea corrente del parapetto (lungo la linea di fuoco) la mira artificiale che fissa il graduatore di ultima analisi, il globo projettato dovrà declinare accosto dell' argine nemico: e se l' incidenza, e gli altri accidenti incitano a rimbalzare con tracce depresse, le difese soffriranno irreparabili offese.

449. L' opportuna notizia sulle cariche e su i graduatori ne' periodi di azione presuppone la compilazione delle tavole distinte per calibri, distanze, qualità di polveri, quantità di esse, e graduatori. Il lavoro deve modellarsi sulle norme indicate (§.448).

450. Nei conflitti marittimi dalle batterie di costa si rimbalza sulle acque, senza sormontare i bordi delle navi nemiche: l' espediente molto contribuisce ad evitare il fallimento de' tiri. Quali risorse intanto si possono attendere dalla teoria per operare con discernimento? Più inceppati che in qualunque altra discettazione, i mezzi teorici si arrestano al semplice sviluppo del fenomeno. Il progredire da vantaggio attira una sequela di efimere ipotesi, i risultamenti delle quali si possono impunemente proscrivere.

Se dunque la generale convinzione stabilisce il rilievo delle batterie di costa da 7 in 10 tese, essa

non è sancita da elocuzione analitica, procede soltanto dai fatti. In pratica si è scorto, che i cannoni in tali batterie, a cariche ordinarie, ed elevati da 7 in 10 tese sul livello del mare, acquistano un dominio favorevole ai rimbalzi da circa 100 tese in poi: distanza che si prefigge per limite di avvicinamento ad una nave di linea.

451. La palla nell' urtare l' acqua si deve immergere, e le immersioni dipendono soprattutto dagli angoli d' incontro: nell' intelligenza però che quella obbliquità, la quale su di un piano poco cedevole susciterebbe forse i più arditi rimbalzi, malamente si applica alla natura dei liquidi oltremodo penetrabili. Per serbare ora un ordine nelle idee, distinguiamo all' oggetto tre immersioni, quella cioè minore del raggio, la maggiore, e la totale.

1°» Esprimendo *PC* la parte immersa del diametro, (*fig.*67) gli strati liquidi in opposizione alla componente *EO* (che dopo il risolvimento della forza di percussione continua a sollecitare il mobile) restano compresi tra i due paralelli *Cx*, e *Py*: di essi la risultante *RK* si dirige al punto *R* centro di gravità del segmento sferico *SPH*. Dal punto *L* si meni la tangente *LA*, ed esprimendo con *NL* l' efficacia della resistenza, si abbassino *NA*, ed *AM* rispettive perpendicolari ad *LA*, ed *LM*. In questo riflettiamo, che la parte *LA* della resistenza si evita, e che quelle efficaci sono *MN*, ed *AM*; delle quali la prima si oppone direttamente ad *EO*, e la seconda tende a liberare il globo dall' immersione. Si vede dunque che dovendosi in pratica comporre la differenza tra *E O* ed *M N* con la forza verticale *AM*, le circostanze del fenomeno obbligano la palla a rimbalzare.

I valori di MN e di MA sono funzioni dell' angolo $ANM = OLR = \varphi$. In comprova, assumendosi NL per raggio $= 1$, sarà

$$AN = \cos.\ \varphi\,,$$
$$MN = \cos.^2\varphi\,,\ \text{ed}$$
$$AM = \text{sen.}\ \varphi\ .\ \cos.\ \varphi.$$

Diminuendo dunque PC, MA si aumenta, ed i rimbalzi acquistano maggiore rigoglio.

2° » Se la parte immersa sia maggiore dell' emisfero, in tal caso gli strati liquidi che ne circondano l'eccedenza, mentre contribuiscono a ritardare il movimento, eserciteranno una pressione anulare nel verso contrario ad AM: laonde le ultime componenti saranno ambedue differenze di sforzi in opposizione.

3° » Essendo totale l' immersione della palla, la risultante della resistenza agirà sul centro O con piena lena, e non vi sarà incitamento onde sprigionare il solido dalla massa liquida.

ARTICOLO IX.

Teoria sul tiro del mortaro.

452. La difficoltà di profittare della balistica applicata al mezzo resistente ha fatto ricercare degli andirivieni, che devonsi escludere nel getto delle bombe.

Se la teoria de' tiri riguardata nel suo giusto aspetto potesse sommettersi ad uno sviluppo regolare ed agevole, e se gli elementi che essa discute si potessero ben valutare, si otterrebbero delle regole esatte e generali: ma coi mezzi che si hanno pare che siffatta investigazione giovi piuttosto a coltivare gl'ingegni, che a migliorare le pratiche.

453. Ignari del modo onde stabilire la curva che un projettile traccia attraverso dell' aria, gli antichi artiglieri la consideravano parabola. Eglino perciò agitavano a questo riguardo le quistioni inopportune attinenti alla balistica nel voto, e manifestavano speciose conseguenze per metterle in accordo con le sperienze. L' insussistenza della congettura era forse conosciuta da essi; ma la cupidigia di scoprire la vera traccia non frastornava le menti dalle sterili diligenze.

Newton fu il primo a valutare la resistenza del mezzo nel moto balistico. Le sue principali mire furono quelle di trovare la legge dell'ostacolo per una data curva. Këill in seguito si lusingò d' imporre silenzio a Giovanni Bernulli nel proporgli per disfida la ricerca della traettoria in un mezzo, resistente come il quadrato della velocità.

Bernulli abbenchè poco soddisfatto del modo scortese con cui Këill lo aveva provocato, pure accettò il partito a condizione di ottenere dal suo avversario la

discussione sullo stesso quesito. Qualche tempo dopo Taylor fece conoscere a Bernulli che il problema era stato da lui risoluto, e fu allora che questi inserì il suo travaglio negli atti dell' accademia di Leipsick, stabilito sull' ipotesi che la resistenza fosse funzione di una potenza qualunque della velocità.

Il sublime della soluzione, non congruente alla pratica, indusse Eulero a ripigliare l' assunto nelle memorie dell' accademia di Berlino per l' anno 1753: e dopo si sono di ciò occupati con qualche successo Bezout, Borda, Legendre, Moreau, e D' Obenheim.

454. L' oggetto intanto si è quello di esprimere analiticamente le relazioni tra i varii elementi che influiscono a modificare le tracce de' projettili, come resistenza (secondo una data legge) gravità, angolo di projezione, e velocità iniziale; onde dedurne l'ampiezza del tiro, l'elevazione massima della curva, le velocità residue, il tempo, ed altro.

Riferiamo perciò la forza di resistenza $\frac{R}{p}$ (valutata sul peso del mobile) alle intersezioni di tre piani o a tre assi rettangolari, detti dell' x, del z, dell' y; de' quali i due primi sieno orizzontali, ed il terzo verticale. Per ciascun verso la parte di questa resistenza viene espressa dal coseno dell' angolo che l' elemento della curva fa con la linea delle ascisse; ne saranno dunque i simboli

$$-\frac{R}{p}\cdot\frac{dx}{ds}\cdot -\frac{R}{p}\cdot\frac{dz}{ds}\cdot -\frac{R}{p}\cdot\frac{dy}{ds}\cdot$$

Il moto difformemente ritardato dà le seguenti equazioni

$$-\frac{R}{p}\cdot\frac{dx}{ds}\cdot dt = dv = d\left(\frac{dx}{dt}\right)$$

$$-\frac{R}{p}\cdot\frac{dz}{ds}\cdot dt = dv = d\left(\frac{dz}{dt}\right)$$

$$-\frac{R}{p}\cdot\frac{dy}{ds}\cdot dt - gdt = dv = d\left(\frac{dy}{dt}\right)$$

(nel verso dell'y vi è anche la gravità g, che pel ramo ascendente della curva ritarda benanche la velocità del mobile).

Dopo di avere uguagliato a zero le anzidette equazioni, si elimini $\frac{R}{p}$ tra le due prime, con moltiplicare l'una per $\frac{dz}{dt}$ e l'altra per $\frac{dx}{dt}$, e col sottrarre indi la seconda dalla prima: laonde

$$\frac{R}{p}\cdot\frac{dx}{ds}\cdot dz + \frac{dz}{dt}\cdot d\left(\frac{dx}{dt}\right) = o$$

$$\frac{R}{p}\cdot\frac{dz}{ds}\cdot dx + \frac{dx}{dt}\cdot d\left(\frac{dz}{dt}\right) = o;$$

e quindi

$$\frac{dz}{dt}\cdot d\left(\frac{dx}{dt}\right) - \frac{dx}{dt}\cdot d\left(\frac{dz}{dt}\right) = o, \text{ o sia}$$

$$d\left[\frac{\frac{dx}{dt}}{\frac{dz}{dt}}\right] = o\,.$$

Integrando sarà

$$\frac{dx}{dz} = b\,,$$

e per una seconda integrazione si avrà

$$x = bz + m:$$

esprimendo b ed m delle costanti arbitrarie.

Quest' ultima equazione appartenendo ad una retta orizzontale, ch' è la projezione della traettoria nel piano dell' x e del z, fa scorgere che il movimento del projettile succeda in un piano verticale. Prendendo all' uopo il piano dell' x e dell' y, sarà $z = o$, e le tre equazioni primitive si ridurranno alle due seguenti.

$$\frac{R}{p} \cdot \frac{dx}{ds} \cdot dt + d\left(\frac{dx}{dt}\right) = o$$

$$\frac{R}{p} \cdot \frac{dy}{ds} \cdot dt + gdt + d\left(\frac{dy}{dt}\right) = o$$

455. Al proseguimento dell' analisi conduce il differenziare in rapporto a dt; facendo dx costante, si otterrà per la prima espressione

$$\frac{R}{p} \cdot \frac{dx}{ds} \cdot dt - \frac{dxd^2t}{dt^2} = o \text{, ovvero}$$

$$\frac{R}{p} = \frac{dsd^2t}{dt^3} \quad . \; . \; . \; (1):$$

e considerando dy anche variabile, l'altra equazione darà

$$\frac{R}{p} \cdot \frac{dy}{ds} \cdot dt + gdt + \frac{d^2y}{dt} - \frac{dyd^2t}{dt^2} = o.$$

Col sostituire in questa ad $\frac{R}{p}$ il valore che si ritrae dal numero (1), n'emerge

$$\frac{dyd^2t}{dt^2} + gdt + \frac{d^2y}{dt} - \frac{dyd^2t}{dt^2} = o,$$

e quindi

$$d^2y = -gdt^2 \quad . \; . \; . \; (2).$$

Differenziando ancora quest'ultima equazione, da essa si ottiene

$$d^3y = -2gdtd^2t:$$

in dove introducendo successivamente i valori di d^2t, e dt^2, che si deducono dalle equazioni (1) e (2) si ha

$$\frac{R}{p} = g \cdot \frac{dsd^3y}{2(d^2y)^2}$$

Con tale risultamento si può determinare la legge della resistenza, affinchè il mobile descriva una data curva: quistione sviluppata da Newton, da Borda, e da Legendre.

456. Il problema inverso deve fissare le nostre mire. Noi intanto senza discuterlo con vedute generali lo considereremo sotto il rapporto della resistenza proporzionale al quadrato della velocità; come effettivamente si osserva nel mezzo che ci circonda.

Ripigliamo allo scopo le due equazioni del movimento (§. 454)

$$\frac{R}{p} \cdot \frac{dx}{ds} \cdot dt + d\left(\frac{dx}{dt}\right) = o$$

$$\frac{R}{p} \cdot \frac{dy}{ds} \cdot dt + gdt + d\left(\frac{dy}{dt}\right) = o,$$

e si dia alla resistenza $\frac{R}{p}$ il suo valore $=$

$$n. \frac{Dv^2}{rD'g} \quad (\text{§. } 410)$$

applicabile a qualunque velocità v, in forza dell' indeterminata n. Si faccia quindi

$$n. \frac{D}{rD'g} = c\text{: e per essere}$$

$$v^2 = \frac{ds^2}{dt^2}\text{, sarà}$$

$$\frac{cdsdx}{dt} + d\left(\frac{dx}{dt}\right) = o\text{, e}$$

$$\frac{cdsdy}{dt} + gdt + d\left(\frac{dy}{dt}\right) = o\text{;}$$

Fatto dt costante si avrà

$$cdsdx = - d^2 x \quad . \; . \; . \; (3)$$
$$cdsdy + gdt^2 = - d^2 y \, , \quad . \; . \; . \; (4) \, .$$

Per eliminare ds si avverta, che segnando con p la tangente dell' angolo che l'elemento della curva fa con la linea delle ascisse, risulta

$$(a) \quad ds = dx \sqrt{1+p^2} \, ,$$

e siffatto valore nell' equazione (3) somministra

$$c\sqrt{1+p^2} = - \frac{d^2x}{dx^2} \, ,$$

nell' altra (4) poi dà

$$c\sqrt{1+p^2} \, . \, dxdy + d^2 y + gdt^2 = 0 :$$

ed in questa mettendo $- \frac{d^2x}{dx^2}$ in luogo di $c\sqrt{1+p^2}$, sarà

$$- \frac{d^2xdy}{dx} + d^2y + gdt^2 = 0 \, , \text{ o sia}$$

$$- \frac{d^2xdy + dxd^2y}{dx^2} = - \frac{gdt^2}{dx} :$$

ma il primo membro è differenziale esatto di $\frac{dy}{dx} = p$, perciò

(a) $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dx\sqrt{\frac{dx^2 + dy^2}{dx^2}}$

$$dp = -\frac{gdt^2}{dx}. , \ldots (5)$$

Moltiplicando l'equazione (3) per dp, premessavi l'eliminazione di ds, n'emerge

$$cdp\sqrt{1+p^2} = -\frac{dpd^2x}{dx^2} ;$$

e per l'equazione (5)

$$cdp\sqrt{1+p^2} = \frac{gdt^2d^2x}{dx^3}.$$

Integrando,

$$c\int dp\sqrt{1+p^2} = gdt^2 \cdot \int\frac{d^2x}{dx^3} + C =$$

$$(m) \quad -\frac{gdt^2}{2dx^2} + C = \frac{dp}{2dx} + C \ldots \text{(6): laonde}$$

$$2dx \cdot c\int dp\sqrt{1+p^2} = dp + 2dx \cdot C, \text{ ovvero}$$

$$dx = -\frac{dp}{2\left(C - c\int dp\sqrt{1+p^2}\right)}.$$

$= \mathrm{dx}\sqrt{1+\frac{\mathrm{dy}^2}{\mathrm{dx}^2}}$.

Ciò posto dell' angolo mentovato il seno è dy, *il coseno è* dx, *e la tangente* $\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}} = \mathrm{p}$: *laonde*

$$\mathrm{ds} = \mathrm{dx}\sqrt{1+\mathrm{p}^2}.$$

(*m*) *Facendo* $\mathrm{dx} = \mathrm{u}$, *sarà* $\mathrm{d}^2\mathrm{x} = \mathrm{du}$, e

Essendo intanto $\frac{dy}{dx} = p$, sarà

$$dy = - \frac{pdp}{2(C - c\int dp\sqrt{1+p^2})}$$

Nel replicare lo stesso calcolo pel ramo discendente, la gravità g si rende positiva, e tale benanche risulta il valore di dp nell' equazione (5): le due finali perciò spettanti alle coordinate sperimenteranno un semplice cambiamento di segni, cioè

$$dx = \frac{dp}{2(C + c\int dp\sqrt{(1+p^2)})}, \text{ e}$$

$$dy = \frac{pdp}{2(C + c\int dp\sqrt{(1+p^2)})}$$

I valori esibiti esigono lo sviluppo d' integrazione della quantità $\int dp\sqrt{(1+p^2)}$, che si trova in parte di logaritmi $=$

$$\frac{1}{2}p\sqrt{(1+p^2)} + \frac{1}{2}L.(p + \sqrt{(1+p^2)})$$

(*Nota* 6. *par*. 3);

espressione, che per la semplicità del calcolo uguagliata a P, arreca pe' differenziali delle coordinate.

$$\int \frac{d^2x}{dx^3} = \int \frac{du}{u^3} = \int u^{-3}\,du = \frac{1}{2u^2} = \frac{1}{2dx^2}$$

$$dx = \mp \frac{dp}{2(C \mp cP)} \quad \ldots \ldots (7)$$

$$dy = \mp \frac{rdp}{2(C \mp cP)} \quad \ldots \ldots (8)$$

Onde rilevare il valore della costante C si ripigli l'equazione (6)

$$c\int dp \sqrt{(1+p^2)} = -\frac{gdt^2}{2dx^2} + C,$$

ed al punto di projezione, s'indichi con a la tangente dell'angolo che la curva fa con la linea delle ascisse, o coll'orizzonte; si avrà

$dx = ds \cos. a$: ma
$ds = vdt$; perciò
$dx^2 = v^2dt^2 \cdot \cos.^2 a$, e

$$\frac{dt^2}{dx^2} = \frac{1}{v^2 \cos.^2 a} .$$

Esprima h l'altezza dovuta nel voto alla velocità di projezione v, sarà

$v^2 = 2gh$: e da ciò

$$\frac{gdt^2}{2dx^2} = \frac{1}{4h \cos.^2 a} :$$

laonde l'equazione (6) sopra proposta si può presentare nel seguente modo

$$(n) \frac{c}{2}\left[\frac{\text{sen. } a}{\cos.^2 a} + L.(\tan. a + \text{seg. } a)\right]$$

(n) $\tan. a \sqrt{(1 + \tan.^2 a)} = \tan. a \text{ seg. } a = \frac{\text{sen. } a}{\cos. a}$.

$$= - \frac{1}{4h \cos.^2 a} + C ;$$

e quindi

$$C = \frac{1}{4h \cos.^2 a} + \frac{c}{2} \left[\frac{\text{sen.}\, a}{\cos.^2 a} + \right.$$

$$\left. L. (\tan.\, a + \text{seg.}\, a) \right] .$$

457. Le espressioni differenziali delle coordinate alla traettoria non sono integrabili: ma se la resistenza fosse debole oltremodo, o la velocità iniziale piccolissima, esse acquisterebbero quei medesimi simboli, che distinguono le coordinate alla parabola. In effetto, ammessa una delle ipotesi accennate, ripigliamo il maneggio delle equazioni fondamentali del movimento (§. 454).

$$\frac{R}{p} . \frac{dx}{ds} . dt + d \left(\frac{dx}{dt} \right) = o \text{, ed}$$

$$\frac{R}{p} . \frac{dy}{ds} . dt + gdt + d \left(\frac{dy}{dt} \right) = o ;$$

le quali per una resistenza di poca efficacia si possono modificare nel modo seguente

$$d \left(\frac{dx}{dt} \right) = o,$$

$$gdt + d \left(\frac{dy}{dt} \right) = o .$$

$$\frac{1}{\cos.\, a} = \frac{\text{sen.}\, a}{\cos.^2 a} .$$

Integrando, risulta

$$\frac{dx}{dt} = C',$$

$$gt + \frac{dy}{dt} = C''$$

Per fissare le due costanti C', e C'', sieno al solito v la velocità iniziale, ed a l'angolo di projezione, sarà la velocità suddetta nel verso dell'$x =$

$$v \cos. a = C',$$

e quella relativa all'$y =$

$$v \,\text{sen.}\, a = C'';$$

laonde

$$\frac{dx}{dt} = v \cos. a$$

$$\frac{dy}{dt} + gt = v \,\text{sen.}\, a:$$

per una seconda integrazione

$$x = vt \cos. a, \text{ ed}$$

$$y = vt \,\text{sen.}\, a - \frac{gt^2}{2}.$$

Non vi sono costanti, poichè posto $x = o$, si ha $y = o$, $t = o$, e tutti i termini si distruggono.

Con eliminare il tempo, e coll'indicare la velocità in funzione dell'altezza h, sarà

$$y = x \tan. a - \frac{x^2}{4h \cos.^2 a}:$$

equazione alla parabola (*Nota* 5. *par* 1).

458. Si stabiliscono poi gli elementi della curva e del tempo, ed il valore della velocità in un punto

qualunque della traccia, col maneggio delle generali espressioni ad essi correlative.

In quanto all' elemento della curva

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2},$$

per le equazioni (7) ed (8) assume i seguenti caratteri,

$$ds = \sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{dp^2 + p^2 dp^2}{(C - cP)^2}\right)} = \frac{dp\sqrt{(1+p^2)}}{2(C - cP)}.$$

In rapporto al tempo l' equazione opportuna è

$$-\frac{gdt^2}{dx} = dp\ (5) \text{ o sia}$$

$$dt^2 = \frac{dp^2}{2g(C - cP)} \text{ ; e quindi}$$

$$dt = \frac{dp}{\sqrt{2g(C - cP)}}.$$

Per la velocità finalmente, essendo

$$v' = \frac{ds}{dt} \text{ , sarà}$$

$$v' = \sqrt{\left(\frac{g(1 + p^2)}{2(C - cP)}\right)}$$

459. Senza brigarci delle proprietà da competere alla traettoria, le quali si dimostrano aliene al nostro scopo, osserviamo soltanto come si possono determinare l' ampiezza e l' elevazione del getto, la durata del movimento, la velocità finale, e l' angolo di caduta

Tra le equazioni proposte è suscettibile d' integrazione esclusivamente quella dell' elemento

$$ds = \frac{dp\sqrt{1+p^2}}{2(C-cP)};$$

poichè nel secondo membro il numeratore è differenziale del denominatore: sarà dunque

$$ds = \frac{dP}{2(C-cP)},$$

e coll' integrazione

$$(r)\ s = -\frac{1}{2c}\ L.\ 2\,(C-cP)+C'.$$

Alla sommità della curva, essendo $s=o$, e $p=o$, ne segue che

$$C' = \frac{1}{2c}\ L.\ 2C;\ \text{e perciò}$$

$$s = \frac{1}{2c}L.\left(\frac{C}{C-cP}\right)$$

Ecco intanto una formola conducente a tracciare graficamente la traettoria; ideando per l' oggetto la curva divisa in parti numerosissime, affinchè per ciascuna di esse la differenza d' inclinazione tra l' estremità ed il punto di origine sia piccolissima.

Si suppunga quindi (nel ramo ascendente che con-

(r) *Si faccia* $2C-2cP=y$, *sarà* $-2cdP=dy$; *laonde* $\int\frac{dP}{2(C-cP)} = -\frac{1}{2c}\int\frac{dy}{y} = -\frac{1}{2c}$ $L.\,y+C' = -\frac{1}{2c}\ L.\ 2\,(C-cP)+C'$

sideriamo) mM (*fig.* 68) una delle suddette parti : si chiami p la tangente dell' inclinazione all' origine m dell' elemento , e q la tangente al termine in M : sia d' altronde

$$\int dq \sqrt{1+q^2} = Q \text{ : in questo}$$

$$Am = \frac{1}{2c} L \cdot \left(\frac{C}{C - cP} \right)$$

$$AM = \frac{1}{2c} L \cdot \left(\frac{C}{C - cQ} \right) \text{, ed}$$

$$mM = Am - AM = \frac{1}{2c} \left(\frac{C - cQ}{C - cP} \right).$$

Si denoti con K la media inclinazione tra m ed M, si otterrà con ciò l' ascissa

$$MR = \frac{1}{2c} \cos.K.L.\left(\frac{C - cQ}{C - cP} \right).$$

e l' ordinata

$$mR = \frac{1}{2c} \text{ sen. } K.\ L.\left(\frac{C - cQ}{C - cP} \right).$$

A partire dunque dall' angolo di projezione fino al vertice A, in dove l' inclinazione è zero , si avranno pe' successivi valori di questa le corrispondenti serie delle ascisse e delle ordinate.

Lo stesso procedimento è idoneo a valutare le coordinate pel ramo discendente , in cui ciascuno elemento della curva tiene per espressione

$$\frac{1}{2c} L. \left(\frac{C + cQ}{C + cP} \right).$$

Produrrebbe una maggiore approssimazione il riguardare la porzione della curva più convessa *MAN* quale aggregato di archetti circolari, calcolabili in funzione de' raggi delle evolute, come ha praticato Prony nella sua meccanica filosofica; ma pare sufficiente l' attenersi costantemente al simbolo.

$$\frac{1}{2c}\, L.\left(\frac{C \mp cQ}{C \mp cP}\right).$$

Nel progredire sull' esame intrapreso si avverta, che la velocità al punto m ridonda dall' equazione

$$v' = \sqrt{\frac{g}{2}\left(\frac{1+p^2}{C-cP}\right)} \quad (\S.\ 458)$$

e per quella in M

$$v'' = \sqrt{\frac{g}{2}\left(\frac{1+q^2}{C-cQ}\right)}\,.$$

Prendendo una media u tra queste velocità, e facendo

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1+p^2}{C-cP}} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1+q^2}{C-cQ}} = w\,,$$

si avrà

$$u = w\sqrt{\frac{g}{2}}\,.$$

Relativamente al tempo impiegato a percorrere l'arco Mm si ha

$$dt = \frac{ds}{u} = \frac{1}{2C} L.\left(\frac{C-cQ}{C-cP}\right) \cdot \frac{1}{w\sqrt{\frac{g}{2}}}$$

460. Calcolando tali formole per diverse velocità iniziali e calibri, e per angoli che differissero tra essi da 5° in 5° a partire da quello di projezione, anche variabile, si potranno compilare delle tavole, ciascuna distinta in sei colonne, e da contenere: la prima, le inclinazioni della curva ne' varii suoi punti, come, M, m: la seconda, gli archi compresi tra due immediate inclinazioni: la terza, la serie delle ascisse dx: la quarta, quella delle ordinate dy: la quinta le velocità residue ne' punti M, m: la sesta finalmente, la serie de' tempi dt. Con siffatte conoscenze, la somma delle dx darà l' ampiezza del ramo ascendente, l'altra delle dy denoterà l' altezza della curva, e quella delle dt esprimerà il tempo dell' ascensione.

Assumendo in seguito le espressioni correlative al ramo discendente, e partendo dal vertice ove l' inclinazione è zero, si potrà innoltrare il calcolo indefinitamente. In questo, accumulando le dy fino ad eguagliare l' altezza della caduta, le dx riunite daranno l' ampiezza della discesa, e la collezione delle dt ne farà conoscere il tempo: la quinta colonna presenterà le velocità finali pe' differenti livelli dello scopo a battere: e nella prima si comprenderanno gli angoli d' incidenza.

461. Tra gli elementi da valutare, onde stabilire le tavole sul getto delle bombe, si annovera la velocità iniziale, che la primitiva costante C implica ne' suoi simboli (§. 456). È egli intanto agevole il decidervi con attiva concorrenza di analisi e di osservazioni? La difficoltà dell' impresa si palesa dal riflettere: 1° che ne' mortari non sempre le camere si colmano di polvere, la cui dose varia secondo le circostanze del tiro, e perciò la corrente elastica agisce con percussione, e con pressioni: 2° che le pressioni e l'urto

non si esercitano sopra emisferi (come per le palle da cannone) ma sopra segmenti, e quindi le componenti operatrici delle forze si modificano secondo il rapporto che i diametri delle bombe serbano a quelli delle sezioni : 3° che le forme miste per le anime de'mortari conturbano l' uniformità dell' espansione nel motore, ed astringono la colonna acceleratrice ad irregolari decrementi d' intensità.

Ma fissata la velocità per una data carica, e per un calibro prescritto, sarà essa costante? I vani delle bombe sovente eccentrici, la massa metallica difformemente aggregata a materie eterogenee, i cunei inegualmente intasati, il vento non ben ripartito, lo stato dell' atmosfera variabile e di somma influenza ne' tiri curvilinei fanno dubitare con fondamento, che sotto le stesse condizioni si riproducano i medesimi effetti.

Lombard nel calcolare le velocità suddette si serve dell' analogia prodotta per le palle da cannone (§. 390) ch' egli mette a profitto sopra pochi risultamenti di saggi.

462. La sola sperimentata utilità potrebbe incoraggiare un abile analista ad intraprendere la difficile compilazione delle tavole balistiche pe' tiri curvilinei: ma l' intima convinzione di ottenere rimarchevoli ed inevitabili divarii tra le formole ad i successi aliena gli animi, e desta negligenza per un' operazione elaborata, che forse con pieni voti sarebbe posposta ad una pratica di sperimentata aggiustatezza.

Fine della parte terza.

APPENDICE

PARTE I.

Nota 1. *Art.* 3. *pagina* 18.

Abbenchè non si possa dubitare che sieno disposti ad assorbire dell'acido nitrico tutti i frammenti di una pietra calcarea, non si è però mai trovata della terra trasformata onninamente in nitrato di calce. Si è scorto un massimo, al di là del quale manca ogni assorbimento: ma segregando con la liscivazione la materia salina, essa si riproduce, ed a riprese si ottengono i prodotti bisognevoli. Al punto di saturazione il sale non oltrepassa il 5 per 100 ne' materiali di migliore qualità.

Nota 2. *Art.* 3. *pagina* 20.

L'aerometro pel salnitro consiste in un globo di vetro voto, connesso ad un tubo cilindrico di mezzano diametro. Il globo è alquanto allungato, e finisce in un secondo globetto, in cui si mette del mercurio per disporre l'ordigno in modo, che immerso in un liquore, vi prenda la posizione verticale. Onde graduare il tubo bisogna prendere conto dello stato dell'atmosfera, e della sua temperatura; giacchè la gravità specifica di un liquido è molto soggetta alle fasi del calore, e ne seconda sensibilmente le variazioni. Conviene dunque operare ad un grado prescritto del termometro, che ordinariamente è il 10.*mo* di quello di Reaumur, o sia 12, 5 dell'altro centigrado, ed alla pressione barometrica di 28 pollici.

S' incomincia dall' immergere l' aerometro nell' acqua distillata, distinguendo con segno intelebile il termine della parte immersa. Si preparano in seguito 20 vasi, in ciascuno de' quali vi si mette dell' acqua distillata e del nitrato di potassa con la norma; che nel primo vi sieno 99 parti di acqua, ed una di sale; nel secondo, 98, e 2; nel terzo, 97, e 3; e così successivamente fino all' ultima miscela di 80, e 20.

Si tuffa quindi l' aerometro ne' differenti liquori, e con ciò si osserva, che nel primo si approfonda di meno che nell' acqua distillata, nel secondo meno che nel primo, e così nel proseguimento; a motivo che aumenta la gravità specifica dell' acqua analogamente al sale che vi si discioglie.

Con somma diligenza misurate le immersioni a partire da quella che si ottiene nell' acqua pura, si rapportano le distanze sopra una fascia di carta, che deve formare la scala dell' aerometro. La carta si avvolge, e s' intromette nel tubo in guisa, che la marca distinta dal zero vada a corrispondere a quella segnata antecedentemente sotto il saggio dell'acqua distillata; fissata indi, ed otturato lo strumento ermeticamente, risulta esso ben condizionato, ed atto ai convenevoli scandagli.

Tutte le volte che per una dissoluzione di nitrato di potassa si voglia indagare la dose del sale che vi sia per ogni 100 parti, bisognerà immergervi l' aerometro, ed attenersi a quel numero della scala, cui si arresta lo strato superiore del liquore.

L' aerometro di Beaumè differisce dal descritto, dachè nel comporre le acque onde graduarlo, in 100 parti costanti di acqua distillata si stemperano successivamente 1, 2, 3, 5, . . . 20 di nitrato di potassa. Emerge da ciò, che in qualunque saggio: se il primo aerometro segni 10, la dose del sale si otterrà dalla proporzione 100: 10,

come il peso totale del liquore al quarto termine; se lo strumento sia di Beaumé, per la stessa indicazione sarà conducente l'analogia 110: 10, come il peso in esperimento al quesito.

Nel caso che la densità dell'acqua, per un grado superiore al 20.*mo*, non si possa valutare con ciascuno de' due aerometri, fa d'uopo mescolare una nota misura di siffatto liquore con 3 o 4 di acqua pura: ed in tal modo bassatane la gravità specifica, e scandagliatone il grado di densità, questo si moltiplica pel numero delle misure aggiunte.

Nota 3. *Art.* 3. *pagina* 21.

Onde determinare la dose di salmarino contenuta nell' acqua di cotta, si fissa il peso e la densità di una massa di saggio, e si fa evaporare fino a che il suddetto sale cominci a cristallizzare. Si pesa indi dinuovo il liquore riconcentrato, si deduce da esso il peso di tutto il sale disciolto (scorto coll' aerometro), e la parte del residuo o, 38 è quella che soddisfa la ricerca.

Nota 4. *Artic.* 3 *pagina* 26.

L' aerometro tuffato in un liquore saturato di salnitro segna 19.° alla temperatura 12.°,5 del termometro centigrado. Ma se la temperatura fosse differente dall'accennata, si potrà, senza incorrere in errore, ammettere 1.° di alterazione nell' aerometro, in più od in meno, per 1.°, 25 di elevazione o di abbassamento del mercurio nel termometro. Se per esempio la temperatura del luogo nel quale si opera fosse di 13.°, 75, il liquore sarà saturato di salnitro, quando l' aerometro segni 20.°

A dimostrare poi come il salnitro sia digià depurato,

allorchè l'acqua di laveria si distingue all' aerometro col grado di saturazione del suddetto sale in rapporto alla temperatura, convien riflettere, che stemperandosi per la laveria tutti i sali solubili, l'immersione dell' aerometro deve risultare dalla somma delle densità rispettive; laonde se lo strumento palesi il solo grado di saturazione del saluitro, sarà questo un segno non equivoco di un buono raffinamento.

Nota 5. *Art. VII. pagina* 46.

Sieno AB (*fig.* 6) la direzione della forza di projezione, ed ACx la parabola limitata dall' orizzontale Ax. chiamino v la velocità iniziale, t il tempo in cui il mobile scorrerebbe equabilmente AB, h l'altezza dovuta alla velocità v, e g la gravità. Abbassata la perpendicore BD, si mettano $AD = x$, $DC = y$, e l'angolo $BAD = \varphi$.

Il triangolo rettangolo ABD ci dà

$$AD = AB \cos \varphi = vt \cos. \varphi, \text{ e}$$

$$BD = AB \text{ sen. } \varphi = vt \text{ sen. } \varphi :$$

e perchè BC, spazio dovuto alla gravità nello stesso tempo t eguaglia $\frac{gt^2}{2}$,

perciò

$$CD = vt \text{ sen. } \varphi - \frac{gt^2}{2}.$$

Con breve maneggio di calcolo si sono dunque stabilite le espressioni delle coordinate alla curva assegnata, cioè

$$x = vt \cos. \cos. \varphi$$

$$y = vt \text{ sen. } \varphi - \frac{gt^2}{2}$$

Ad eliminare il tempo, la prima equazione presenta

$$t = \frac{x}{v \cos. \varphi},$$

e questo valore, sostituito nella seconda, produce

$$y = x \tan. \varphi - \frac{gx^2}{2v^2 \cos.^2 \varphi}.$$

Essendo d'altronde

$$h = \frac{v^2}{2g}, \text{ o sia}$$

$$\frac{1}{4h} = \frac{g}{2v^2}, \text{ si avrà}$$

$$y = x \tan. \varphi - \frac{x^2}{4h \cos.^2 \varphi}.$$

Si supponga intanto $y = o$, onde conseguire il valore della portata Ax; sarà

$$x \tan. \varphi - \frac{x^2}{4h \cos.^2 \varphi} = o, \text{ e}$$

$$4hx \text{ sen.} \varphi \cos \varphi - x^2 = o, \text{ o sia}$$

$$x = 4h \text{ sen.} \varphi \cos. \varphi = 2h \text{ sen. } 2 \varphi$$

Nota 6. *Art. IX. pagina* 51.

Il calorimetro (*fig.* 7.) presenta una campana, od una sfera metallica fornita internamente, e per tutte le direzioni, di tre vani successivi, distinti per interno, medio, ed esterno. Alle pareti della capacità media *bbb* si applica un tubo a chiave *xy*, che sporge in fuori per scaricare l'acqua nel recipiente *F*. Le capacità media ed esterna non hanno tra esse comunicazione alcuna

Dovendosi con siffatto ordigno sperimentare un materiale qualunque, fa d'uopo metterlo nel vano interno, ed indi

riempiere gli altri due vani *bbb* , *aaa* di gelo polverizzato. Da ciò ne risulta , che il materiale trasmette il suo calorico al gelo rinchiuso nel vano medio , e lo sottopone quindi allo scioglimento. Ad operare questo fenomeno non può contribuirvi il calorico dell' atmosfera , l' azione di cui si esercita totalmente sul gelo del volume esterno.

L'acqua dal volume medio passa nel recipiente *F*, ed il gocciamento cessa allorchè il materiale di saggio acquisti la temperatura del gelo , che forma il costante limite di rapporto. Si scorge quindi , che operando con avvedutezza nelle sperienze comparative , le dosi di calorico sieno proporzionali alle masse di gelo disciolte e precipitate.

Nota 7. Art. X. pagina 64.

Le corde degli archi di oscillazione sono in analogia con le velocità di recesso ; poichè essendo ciascuna corda media proporzionale tra l' altezza dell'arco che le corrisponde ed il diametro , ed essendo quest' ultimo elemento costante, devono le corde pareggiare in rapporto le radici delle suddette altezze , o le velocità ad esse dovute.

PARTE II.

Nota 1. *Art*. 2. *pagina* 72.

Le sperienze relative alla tenacità de' metalli si eseguono sopra quadrelli *AB* (*fig.* 11) che sono ordinariamente lunghi due pollici. Per l' oggetto si affida la verga alla *staffa RR'* (come si vede in figura) e si sospende nel mezzo *D* un bacino *MN*, per caricarlo successivamente coi pesi *m*, *n*, *o*, fino a che la verga si spezzi. Il peso bilanciato darà il valore della coesione, sotto le date dimensioni.

Nota 2.*Art*.3.*pagina* 79.

Serve a vantaggiare la tenacità delle ferracce molto carburose il sistema di rifonderle ne' forni di riverbero: questa operazione però ripetuta più volte non sempre reca le medesime conseguenze. In effetto le sperienze fatte al Creusot presso del Mont Cenys da Hassenfrathz e da Ramus han dimostrato, che qualche volta alla seconda fusione, sovente alla terza, e sempre alla quarta la resistenza del ferro diminuisce. Un alto forno in azione si può spesso regolare in guisa da ottenere de' ferri grezzi ben condizionati, e da rendere superflua, anzi nociva la seconda fusione.

Nota 3. *Art. VII. pagina* 97.

Per medio risultamento di saggi si ha

	libbre
Peso di un piede cubico di rame	545
Lo stesso di stagno	510
Lo stesso di bronzo	620

Chiamando ora y il rame in lega, lo stagno sarà $\frac{y}{10}$:
ed essendo per un piede cubico di bronzo

$$y + \frac{y}{10} = 620 \text{, si avrà}$$

$$y = 563,6 \text{, ed}$$

$$\frac{y}{10} = 56,36 \text{ libbre}$$

Riflettiamo intanto, che con valutare in pollici cubici i volumi, di questi; 1787 spettano a 563, libbre di rame; 191 sono relativi a 56, 36 libbre di stagno; e 1978 è la loro somma. Dovendosi tutta la massa comprendere in 1728 pollici cubici, si avverte che per ogni piede cubico di lega si perde il volume di 250 pollici cubici.

La ragione di una diminuzione tanto considerevole si deve ripetere dachè lo stagno, essendo ancora liquido, mentre il rame si consolida, penetra ne' pori della massa, e ne accresce il peso, a dispendio del volume, ed anche della tenacità.

Nota 4. Art. VIII. pagina 101.

Per facilitare la marcia de convogli si è avuto sempre riguardo alle altezze delle rote; e su tal particolare, abbenchè sembri che l'uguaglianza de' diametri in esse debba preferirsi, pure nei sistemi di costruzione si prescrive in generale un' altezza minore alle rote degli *avantreni*.

In rapporto all' economia delle forze tutti convengono, e ragionevolmente, che per trainare, con particolarità per vaste pianure le rote dello stesso diametro sieno eligibili; giacchè l' attrito, distribuendosi nella ragione inversa delle distanze dal centro di gravità agli appoggi, e venendo modificato dalle altezze delle rote, si diminuisce analogamente alla lunghezza maggiore che si dà ai raggi di esse. Nè

per contrade irregolari un' elevazione più considerevole nelle rote degli avantreni attira aumento alcuno di forza, onde equilibrare il peso, supposto costante. Difatti se una vettura sul piano inclinato *NL* (*fig.* 13) prenda per le rote disuguali la direzione *PO*, sotto dell' ingrandimento de' diametri la direzione suddetta risulterà secondo *PA*, parallela al piano; a motivo che il centro di gravità della macchina *O* girando intorno all' asse principale, allogato in *P*, deve trasferirsi in *A* per effetto della rotazione. Si supponga intanto: che le componenti utili *QO* e *PA* delle forze equilibranti, applicate ai punti *O* ed *A*, sieno parallele tra loro, ed anche al piano *NL*: che dagli stessi punti sieno abbassate le perpendicolari *OC* ed *AB* sul piano *NL*, e le altre *OE* ed *AF* sul piano *NM*: e che dai punti *B* e *C* sieno menate le perpendicolari rispettive ad *OE* ad *AF*.

Ciò posto, al peso *P* riconcentrato in *O*, la forza equilibrante *F* serba la ragione di *Ch*: *CO*; laonde

$$F = P.\ \frac{Ch}{CO}\ .$$

Esaminando poi lo stesso peso al punto *A*, il rapporto in quistione è di *BG*: *BA*, o sia

$$F' = P.\ \frac{BG}{BA}\ .$$

Pe' triangoli simili *OhC*, *AGB* si ha

$$Ch : CO = GB : BA\text{, ovvero}$$

$$\frac{Ch}{CO} = \frac{BG}{BA}\text{; e perciò}$$

$$F = F'.$$

Ad onta dell' esposto (come sopra si è avvertito) vi è la consuetudine non capricciosa di ribassare le rote degli avantreni; e siffatto sistema trovasi più estesamente adot-

tato per le vetture di commercio : poichè coll' indicata disposizione, la linea di trattura forma quasi col piano l'angolo di attrito, la forza si applica con maggiore vantaggio, la macchina meglio esegue i suoi giri, e si sperimenta l' utile che apporta in preferenza il timone.

Nota 5. Art. IX. pagina 114.

La risultante della colonna fluida bipartisce il fondo dell'anima *RQ* (*fig* .14), e si dirige per *AB*. Effettuandosi l' azione superiormente al centro *O*, una parte della forza sfugge per la tangente *BC*, e la residua spinge il globo per *BD*. Le componenti di *BD* sono *BM* ed *MD*: di queste la *BM* (invigorita anche dal cuneo elastico) comprime il metallo accalorato, e l' obbliga a ricevere l'impronta *MP*; e l' altra *MD* accelerando l' ostacolo in avanti risulta inclinata all' incurvamento, sul quale vi decompone parimente la sua attività. Menata quindi la tangente *PN*, ed a questa la perpendicolare *MN*, si vede con chiarezza che la palla deve sfuggire per la traccia *NP*.

Nota 6. Art. X. pagina 119.

Le sperienze fatte in Auxonne furono dirette a misurare gli effetti di percussione dell' agente sul mobile, a diverse distanze dal fondo dell' anima. Per un tale conseguimento, Lombard ridusse successivamente l' anima di un cannone da 24 alle lunghezze 81, 76, 49, 30 pollici, si servì di una bomba da 10 onde applicarla alla bocca di ciascun tronco, e comparò le portate a 40.° di elevazione.

Nota 7. Art. XIII. pagina 145.

L' ordine che si deve tenere nel disgiugnere i pezzi di un arme da fuoco portatile è il seguente. Bisogna togliere successivamente la bajonetta, la bacchetta, le viti di contropiastrina, la contropiastrina, , il fucile, la punta del battente di sottoguardia, quella del grilletto, il ponte, il grilletto, il boccaglio, la granatiera, la cappuccina, la vite della culatta, la vite dello scudo, la canna, ed il bottone di culatta. I suddetti pezzi si connettono con ordine contrario.

Relativamente al fucile s' incomincia dallo staccare la molla dello sparatojo; ed in seguito lo sparatojo, la briglia, la noce, il cane, la molla motrice, la batteria, la molla della batteria, il bacinetto, la vite del cane, e la mascella mobile: coll' avvertenza che per isvitare le molle serve una macchinetta, la quale ne frena l' elasticità con vite di pressione. I pezzi suddetti si mettono in corrispondenza con procedimento inverso.

Nota 8. Art. XVI, pagina 186.

Deve il fonditore conoscere la capacità del forno affidatogli, ed il volume de' materieli per ciascuna carica; poichè in tal modo ne può indagare il tempo della discesa. Supponendosi il vano del forno capace di 18 cariche, e l'intervallo tra due consecutive di un' ora: ingrandito il numero a 20, atteso il consumo del carbone durante l' abbassamento, si scorge che dopo 20 ore di azione si presenta una carica qualunque alla bassa apertura di manovra.

Nota 9. *Art. XVII. pagina* 193.

Le massarotte ne' mortari si fanno gravitare sulla culatta, ladove pe' cannoni si fondono in continuazione della tromba. Questa varietà di pratiche si giustifica col ponderare, che ne' cannoni essendo le doppiezze di metallo della culatta ristrette tra i limiti di puro bisogno, giova il comprimere da vantaggio la massa in tal sito, e l' allontanare totalmente da essa gli elementi eterogenei; nel mentre che le culatte de' mortari, affatto solide, non esigono l' enunciato preservativo; e si possono d' altronde diminuire i diametri delle massarotte con economia significante di metallo.

PARTE III.

Nota I. Art. 2. *pagina* 231.

Una forza qualunque a misurare si rapporta ad un dato peso, e la velocità che dessa comunica si riferisce a quella della gravità. Sia perciò F una forza variabile acceleratrice, p un peso determinato, dv la velocità che la forza imprime nel tempo dt, e gdt la velocità prodotta dalla gravità nello stesso tempo: sarà

$$F : p = dv : gdt \text{, ed}$$

$$Fdt = \frac{pdv}{g} .$$

Nota 2. *Art.* 2. *pagina* 235.

La quantità esponenziale a^y, funzione dell' y, si può generalmente rappresentare per mezzo della serie

$$A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \text{ecc.}$$

Di questa serie il valore effettivo emerge dalla determinazione de' coefficienti A, B, C, D, ecc.

Differenziando all'oggetto, si avrà

$$\frac{dy}{dx} = B + 2Cx + 3Dx^2 + \text{ecc.} \quad (1)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2C + 2.3Dx + \text{ecc.} \quad (2)$$

$$\frac{d^3y}{dx^3} = 2.\ 3\ D + \text{ecc.} \quad (3)$$

Si metta d'altronde

$$a^x = F.y = z\text{ , ed}$$

$$a^{x+dx} = z'\text{ ; sarà}$$

$$z' - z = da^x = a^{x+dx} - a^x = a^x\left(a^{dx} - 1\right) \quad (4)$$

Supponendo

$$a = 1 + c \ (5)\text{, si otterrà}$$

$$a^{dx} = (1+c)^{dx} = 1 + dx.C + \frac{dx(dx-1)}{2}\ c^2 + dx$$

$$\frac{(dx-1)}{2}\cdot\frac{(dx-2)}{3}\ c^3 + \text{ecc ; ed}$$

$$a^{dx} - 1 = dx\left(c - \frac{c^2}{2} + \frac{c^3}{3} - \text{ecc.}\right):$$

e ciò col prendere conto de' soli primi differenziali. Si vede chiaramente per l'esposto che sia

$$z' - z = da^x\ (4) = a^x\ dx\left(c - \frac{c^2}{2} + \frac{c^3}{3} - \text{ecc.}\right) =$$

$$a^x dx\left((a-1) - \frac{(a-1)^2}{2} + \frac{(a-1)^3}{3} - \text{ecc.}\right)\ (5).$$

Posta la serie $= K$, si potrà indicare

$$da^x = Ka^x\, dx \text{ ; è quindi}$$

$$\frac{dy}{dx} = Ka^x \ (6)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = K^2a^x \ (7).$$

$$\frac{d^3y}{dx^3} = K^3a^x \ (8).$$

Col riflettere ora che il primo termine della serie generale debba pareggiare la stessa quantità esponenziale, onde ottenere l'equazione identica, nel dare alla variabile x un valore costante, si possono produrre le seguenti formole :

$$a^x = A$$

$$Ka^x = B + 2\,C\,x + 3\,Dx^2 + \text{ecc} \ (1)\ (8)$$

$$K^2a^x = 2\ C + 2.3\ D + \text{ecc.} \ (2)\ (7)$$

$$K^3a^x = 2.3D + \text{ecc.} \ (3)\ (8).$$

Da queste formole si ricavano i valori de' coefficienti; e ciò con uguagliare a zero la variabile x : laonde

$$A = 1$$

$$B = K$$

$$C = \frac{K^2}{2}$$

$$D = \frac{K^3}{2.\,3}.$$

La primitiva serie dunque si dovrà esprimere nel seguente modo

$$a^x = F.\,y = 1 + Kx + \frac{K^2x^2}{2} + \frac{K^3x^3}{2.\,3} + \text{ecc.}$$

Se finalmente si metta il modulo $K = 1$, si avrà $a = 2,718$, che è la base de' logaritmi nel sistema di Nepero. Indicando questa base con e, sarà

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{2.3} + \text{ecc.}$$

Nota 3. *Art*. 2. *pagina* 236.

Si giustifica l'esattezza dell'integrazione, mettendo

$$b+x=z\text{, o sia}$$
$$x=z-b\text{, ed}$$
$$xdx=(z-b)\,dz\text{; laonde}$$

$$\int\frac{dx}{b+x}+\int\frac{xdx}{r(b+x)}=\int\frac{dz}{z}+$$
$$\int\frac{(z-b)\,dz}{rz}=L.\,z+\frac{z}{r}-\frac{b}{r}L.\,z+C.$$

Sostituendo a z il valore in funzione dell'x, si avrà

$$\int\frac{dx}{b+x}+\int\frac{xdx}{r(b+x)}=L.\,(b+x)+\frac{b+x}{r}-$$
$$\frac{b}{r}L.\,(b+x)+C.$$

Posto $x=o$, ridonda

$$C=-L.\,b-\frac{b}{r}+\frac{b}{r}L.\,b;$$

e da ciò

$$\int\frac{dx}{b+x}+\int\frac{xdx}{r(b+x)}=L.\,\frac{(b+x)}{b}+\frac{x}{r}-\frac{b}{r}$$
$$L.\,\frac{(b+x)}{b}.$$

Nota 4. *Art*. 3. *pagina* 244.

Considerando un sistema di pesi sciolti, e pendenti a disuguali distanze da un asse, i tempi delle rispettive oscillazioni saranno in analogia con le radici delle lunghezze. Ma se il sistema costituisca una verga grave ed inflessibile, il periodo del movimento dovrà essere costante per tutte le sue parti; ed in tal caso, i pesi lontani dall'asse ritardano le vibrazioni di quelli che più vi si accostano, e questi d'altronde accelerano il corso de' primi. Nel vicendevole disturbo i momenti delle forze vanno ad equilibrarsi in

un punto (per obbligare la verga ad un andamento uniforme) che si chiama centro di oscillazione, e che dista in conseguenza dall' asse per la lunghezza del pendolo semplice isocrone al composto.

Sieno i pesi P' P'' P''' (*fig.* 54) affidati ad una verga inflessibile; e di essi ne sia P la somma, G il centro di gravità, ed S l' altro di oscillazione. Sieno dippiù $AP' = a$, $AP'' = b$, $AP''' = c$, $AS = f$, $AG = h$: si avrà

$$P'S = f - a,\ P''S = f - b,\ P'''S = c - f,$$ ed
i momenti de' pesi verranno espressi da

$$P'a,\ P''b,\ P'''c.$$

Dovendosi intanto i momenti delle forze bilanciare al punto S (qual centro di leva) ne deriva che gli elementi gravi, avvalorati sempre dalle distanze rispettive verso il punto A, devono distruggere i loro sforzi intorno ad S; e quindi

$$P'a(f - a) + P''b(f - b) = P'''c(c - f),$$

o sia

$$P'af - P'a^2 + P''bf - P''b^2 = P'''c^2 - P'''cf,$$ ed

$$f = \frac{P'a^2 + P''b^2 + P'''c^2}{P'a + P''b + P'''c}$$

ma il denominatore del secondo membro equivale a Ph; perciò il momento d' inerzia

$$Pfh = Pa^2 + P''b^2 + P'''c^2.$$

Premessa una tale formola, che riguarda la teoria generale del pendolo composto, ammettiamo per ipotesi che la palla vada a colpire il punto P'', comunicandogli la velocità v: la quantità di moto impressa al suddetto punto sarà $P''bv$; e dessa al centro di oscillazione prenderà l' espressione

$$Ph \times \frac{fv}{b},$$

a motivo che le velocità sono come i raggi di vibrazione. Si avrà dunque

$$P'' bv = \frac{Phfv}{b},$$

e P'' (oggetto che oppone resistenza alla palla) $= \frac{Phf}{b}$.

Nota 5. *Art.* *pagina.*

Nel verificare i valori bisogna rammentarsi che i logaritmi provenienti dai calcoli sono del sistema neperiano, e che per ridurli al sistema ordinario fa d' uopo moltiplicarli per 0, 43429. Nell' adoperare dunque la formola delle velocità residue occorre avvertire che cx è logaritmo naturale di $\frac{u}{v}$, e che per l' applicazione delle tavole ordinarie, l' equazione dev' essere

$$Log. v. = Log. u - cx \times 0, 43429.$$

Supponiamo $u = 500$ piedi, ed $x = 300$ piedi: si avrà pel pezzo da 24

$$Log. \ c \times 0, 43429 = 5, 84953$$
$$Log. \ x = Log. 300 = 2, 47712$$

Totale 8, 32665:

il numero è 0, 02122.

Dal $Log. \ u = 2, 69897$ sottraendone 0, 02122, il residuo è

2, 67775 $= Log. \ v$;

il cui numero approssimante è 476.

Nota 6. Art. IX pagina 309.

Per integrare l' espressione $dp\sqrt{1+p^2}$ supponiamo primamente $\sqrt{1+p^2}$ costante, sarà il suo integrale $p\sqrt{1+p^2}$, Differenziando ora con far variare i due fattori, si avrà

$$\frac{(2p^2+1)\,dp}{\sqrt{1+p^2}} = d\left[p\sqrt{1+p^2}\right].$$

D' altronde la stessa espressione $dp\ \sqrt{1+p^2}$ si può presentare nel seguente modo

$$\frac{(1+p^2)\,dp}{\sqrt{(1+p^2)}},$$

e quindi sotto l' altro aspetto

$$\frac{1}{2}\,\frac{(1+2p^2)\,dp}{\sqrt{1+p^2}} + \frac{1}{2}\,\frac{dp}{\sqrt{1+p^2}}.$$

Con ciò

$$\int dp\,\sqrt{1+p^2} = \frac{1}{2}\int\frac{(1+2p^2)\,dp}{\sqrt{1+p^2}} + \frac{1}{2}\int\frac{dp}{\sqrt{(1+p^2)}} =$$

$$\frac{1}{2}\left[p\sqrt{1+p^2} + \int\frac{dp}{\sqrt{(1+p^2)}}\right].$$

L'integrale di $\dfrac{dp}{\sqrt{(1+p^2)}}$ può trovarsi come segue. Sia p' una funzione di p, ed in questo si supponga

$$\frac{dp}{\sqrt{1+p^2}} = d\left[L.(p'+\sqrt{1+p^2})\right].$$

Effettuando l' operazione indicata, l' equazione precedente diverrà

$$\frac{dp}{\sqrt{(1+p^2)}} = \frac{dp' \sqrt{(1+p^2+pdp)}}{p'\sqrt{(1+p^2)}+1+p^2}$$, ovvero $p'dp\sqrt{1+p^2} + dp(1+p^2) = dp'(1+p^2) + pdp\sqrt{1+p^2}$. Siffatta equazione non potrà sussistere se non quando si abbia $dp = dp'$, e $p = p'$: laonde

$$\int \frac{dp}{\sqrt{1+p^2}} = L.\,(p+\sqrt{(1+p^2)})\text{, e}$$

$$\int dp\sqrt{1+p^2} = \frac{1}{2}\left[p\sqrt{1+p^2} + L.\,(p+\sqrt{1+p^2})\right].$$

Non vi si aggiunge costante, perchè si comprende nella costante C della formola generale correlativa alla traettoria.

FINE DELL'APPENDICE.
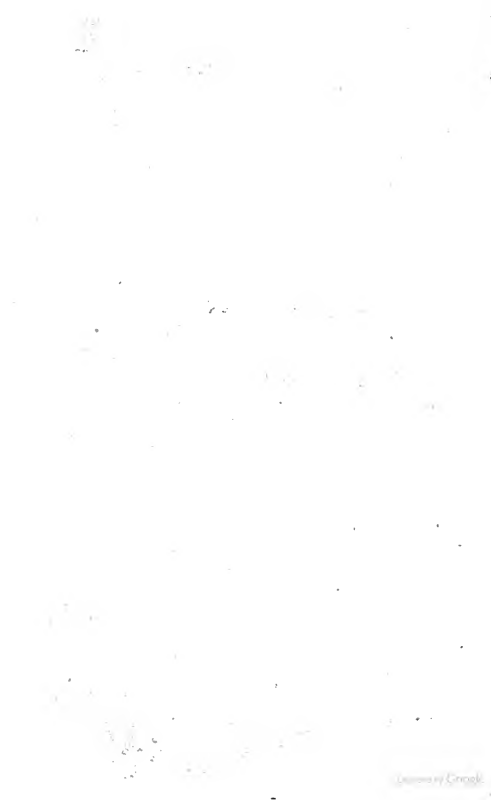
TAVOLA DELLE MATERIE

PARTE I.

Composizione e fabbricazione della polvere da guerra, ed esame de' suoi effetti.

PARTE II.

Armi da fuoco

SEZIONE I.

Metalli per la fabbricazione delle bocche a fuoco.

SEZIONE II.

Bocche a fuoco in generale, e parti costitutive di esse.

SEZIONE III.

Fabbricazione delle bocche a fuoco.

PARTE III.

Effetti del fluido contro del mobile.

SEZIONE I.

Velocità delle palle da cannone.

SEZIONE II.

Teoria sul tiro

AVVISO

L' autore promette la continuazione di queste Institutioni, delle quali ne pubblica al presente una parte, qual saggio. Quando questa meritasse l' approvazione del Pubblico, si proporrebbe nelle ulteriori discussioni di trattare degli affusti, dei cassoni, delle batterie, dei ponti militari, e degli approvisionamenti.

Errori	*Pagine*	*Versi*	*Correzioni*
ligii ad	5	5	ligii di
leggieri	8	22	leggiere
la calpestano	13	23	le calpestano
acido carbonio	17	12	acido corbonico
le spedita	107	22	la spedita
ne' prolcmi	116	15	ne' problemi
tolale	127	26	totale
le difesa	128	22	la difesa
a questa	165	9	a queste
spilupperemo	208	8	svilupperemo
espressiene	275	13	espressione

A S. E. R.

Monsignor Vescovo di Pozzuoli, Presidente della Giunta della Regia Universita' e Pubblica Istruzione.

ECCELLENZA

Raffaele Lista stampatore, largo S.Biagio de'Librai n. 41 desidera di dare alle stampe un' opera intitolata: *Instituzioni di Artiglieria del Capitano D. Raffaele Niola* prega l' E. V. di commettere la revisione.

Raffaele Lista

Presidenza della Giunta per la Pubblica Istruzione.

A dì 12 Novembre 1823.

Il Regio Revisore Sig.Cav. de Licteriis avrà la compiacenza di rivedere l' opera soprascritta e di osservare se vi sia cosa contro la Religione ed i dritti della Sovranità.

Il Deputato per la revisione de'libri
Can. Francesco Rossi

Eccellenza Reverentissima

Ho letto l' opera intitolata: *Instituzioni di Artiglieria di Raffaele Niola*. Nulla in essa vi si contiene che possa impedire la stampa. Porto dunque sentimento che possa permettersi, se così sembrerà a V. E. Rev., a cui rispettosamente bacio le S. M.

Di V. E. Rev. Dalla R. Biblioteca Borbon. 15 novembre 1823.

Div. ed Obb. serv. vero
Reg. Rev. Cav. Francesco de Licteriis.

Napoli li 21 Novembre 1823.

Presidenza della Giunta per la Pubblica Istruzione.

Vista la domanda dello Stampatore Raffaele Lista, con la quale chiede di dare alle stampe le *Istituzioni di Artiglieria del Capitano D. Raffaele Niola.*

Visto il favorevole rapporto del Regio Revisore Sig. D. Francesco Cav. de Licteriis.

Si permetta, che le indicate Istituzioni si stampino; però non si pubblichino senza un secondo permesso, che non si darà se prima lo stesso R. Revisore non avrà attestato di aver riconosciuta nel confronto uniforme la impressione all' originale approvato.

Il Consultore di Stato Presidente

Monsignor Rosini.

Il Consultore di Stato Seg. Gen.
e Membro della Giunta

Loreto Apruzzese.